0/12

4434

PROVINCIA DE CHUBUT

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

"ESTUDIO DE RIESGO GEOLÓGICO Y SUS POSIBLES CONSECUENCIAS -- AREA PENÍNSULA DE VALDÉS" Parte II

INFORME FINAL

DICIEMBRE DE 2004

Cladera Gerardo



INTRODUCCIÓN	5
Introducción	6
CARACTERISTICAS RELEVANTES DE LA PENINSULA DE VALDES Y ÁREAS CERCANAS	, 7
Ubicación	8
ClimatologíaFig 1 MAPA DE UBICACION	8 9
Características geomorfológicas y geológicas	10
PROCESOS GEOLÓGICOS	11
Terremoto	12
Erupciones Volcánicas	13
METODOLOGÍA	14
Metodología	15
Inventario de deslizamientos previos	15
Técnica utilizada en la confección del mapa de riesgo	15
Definición de roca firme	16
Definición de pendiente o inclinación	16
Hidrología - Humedales	17
ESTUDIO DE RIESGO GEOLÓGICO DE LA LOCALIDAD TURÍSTICA PI	ATNL
LOMA	19
Punta Loma	20
Mapa de pendientes	20
FIG. 2 FOTO AEREA PUNTA LOMAFIG. 3 MAPA DE PENDIENTES	24
Mapa Litológico	24
FIG. 4 MAPA LITOLOGICO	26
Mapa Hidrológico y de Humedales	27
Fig. 5 MAPA HUMEDALES	28
Mapa de erosión y acumulación marina	
FIG. 6 MAPA DE EROSION MARINA	30
Análisis del mapa de riesgo	31
Peligrosidad muy bajaPeligrosidad baja a moderada	، ت
Peligrosidad altaPeligrosidad alta	3
Recomendaciones	32
Fig. 7 MAPA DE RIESGO GEOLÓGICO	33
FICHA 1	34
FICHA 2	38

FICHA 3	
FICHA 4	
FICHA 5	
FICHA 6	
FICHA 7	
FICHA 8	42
FICHA 9	42
FICHA 10.	
FICHA 11	
FICHA 12	45
FICHA 13	46
FICHA 14	47
FICHA 15	48
FICHA 16	
FICHA 17	
FICHA 18	
ESTUDIO DE RIESGO GEOLÓGICO EN LA FUTURA RESERVA NATURAL PUNTA	LEON
	52
	2.8
Punta León	53
Mapa de pendientes	
Fig. 9 FOTO AEREA PUNTA LEÓN	
FIG 10 MAPA DE PENDIENTES	
Mapa Litológico y deslizamientos	
Fig. 11 MAPA LITOLOGICO	50
Mapa Hidrológico y de Humedales	o
мара Hidrologico y de Humedales	00
FIG. 12 MAPA DE HUMEDALES	51
Mapa de erosión y acumulación marina	62
FIG. 13 MAPA DE EROSION MARINA	64
FIG. 13 MAPA DE EROSION MARINA	64
Análisis del mapa de riesgo	65
Análisis del mapa de riesgo	65 65
Análisis del mapa de riesgo Peligrosidad baja Peligrosidad alta	65 65
Análisis del mapa de riesgo	65 65
Análisis del mapa de riesgo Peligrosidad baja Peligrosidad alta FIG. 14 MAPA DE RIESGO GEOLÓGICO	65 65 65
Análisis del mapa de riesgo Peligrosidad baja Peligrosidad alta FIG. 14 MAPA DE RIESGO GEOLÓGICO Recomendaciones	65 65 67
Análisis del mapa de riesgo Peligrosidad baja Peligrosidad alta FIG. 14 MAPA DE RIESGO GEOLÓGICO Recomendaciones FICHA 19	65 65 67 68
Análisis del mapa de riesgo Peligrosidad baja Peligrosidad alta FIG. 14 MAPA DE RIESGO GEOLÓGICO Recomendaciones FICHA 19 FICHA 20	65 65 67 68 69
Análisis del mapa de riesgo Peligrosidad baja Peligrosidad alta FIG. 14 MAPA DE RIESGO GEOLÓGICO Recomendaciones FICHA 19	65 65 67 68 69
Análisis del mapa de riesgo Peligrosidad baja Peligrosidad alta FIG. 14 MAPA DE RIESGO GEOLÓGICO Recomendaciones FICHA 19 FICHA 20 FICHA 21	65 65 67 68 69 70
Análisis del mapa de riesgo Peligrosidad baja Peligrosidad alta FIG. 14 MAPA DE RIESGO GEOLÓGICO Recomendaciones FICHA 19 FICHA 20 FICHA 21 FICHA 22	65 65 68 69 70
Análisis del mapa de riesgo Peligrosidad baja Peligrosidad alta FIG. 14 MAPA DE RIESGO GEOLÓGICO Recomendaciones FICHA 19 FICHA 20 FICHA 21 FICHA 22 FICHA 23	65 65 68 69 70 71 72
Análisis del mapa de riesgo Peligrosidad baja Peligrosidad alta FIG. 14 MAPA DE RIESGO GEOLÓGICO Recomendaciones FICHA 19 FICHA 20 FICHA 21 FICHA 21 FICHA 22 FICHA 23 FICHA 24	65 65 68 69 70 71 72
Análisis del mapa de riesgo Peligrosidad baja Peligrosidad alta FIG. 14 MAPA DE RIESGO GEOLÓGICO Recomendaciones FICHA 19 FICHA 20 FICHA 21 FICHA 21 FICHA 22 FICHA 23 FICHA 24 FICHA 25	65 65 68 69 71 72 73 74
Análisis del mapa de riesgo Peligrosidad baja Peligrosidad alta FIG. 14 MAPA DE RIESGO GEOLÓGICO Recomendaciones FICHA 19 FICHA 20 FICHA 21 FICHA 21 FICHA 22 FICHA 23 FICHA 24 FICHA 25 FICHA 25 FICHA 26	65 65 67 68 70 71 72 73 74 75
Análisis del mapa de riesgo Peligrosidad baja Peligrosidad alta FIG. 14 MAPA DE RIESGO GEOLÓGICO Recomendaciones FICHA 19 FICHA 20 FICHA 21 FICHA 22 FICHA 22 FICHA 23 FICHA 24 FICHA 25 FICHA 25 FICHA 26 FICHA 27	65 65 68 69 70 71 72 73 74 75 76
Análisis del mapa de riesgo Peligrosidad baja Peligrosidad alta FIG. 14 MAPA DE RIESGO GEOLÓGICO Recomendaciones FICHA 19 FICHA 20 FICHA 21 FICHA 22 FICHA 23 FICHA 23 FICHA 24 FICHA 25 FICHA 26 FICHA 27 FICHA 27 FICHA 28	65 68 68 70 71 72 74 75 76 77
Análisis del mapa de riesgo Peligrosidad baja Peligrosidad alta FIG. 14 MAPA DE RIESGO GEOLÓGICO Recomendaciones FICHA 19 FICHA 20 FICHA 21 FICHA 21 FICHA 22 FICHA 23 FICHA 24 FICHA 25 FICHA 26 FICHA 27 FICHA 28 FICHA 28 FICHA 29	65 68 69 70 71 72 74 75 76 77
Análisis del mapa de riesgo Peligrosidad baja Peligrosidad alta FIG. 14 MAPA DE RIESGO GEOLÓGICO Recomendaciones FICHA 19 FICHA 20 FICHA 21 FICHA 21 FICHA 22 FICHA 23 FICHA 24 FICHA 25 FICHA 25 FICHA 26 FICHA 27 FICHA 28 FICHA 29 FICHA 30	65 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77
Análisis del mapa de riesgo Peligrosidad baja Peligrosidad alta FIG. 14 MAPA DE RIESGO GEOLÓGICO Recomendaciones FICHA 19 FICHA 20 FICHA 21 FICHA 22 FICHA 23 FICHA 23 FICHA 24 FICHA 25 FICHA 25 FICHA 26 FICHA 27 FICHA 28 FICHA 29 FICHA 30 FICHA 30 FICHA 31	65 65 68 69 71 72 73 74 75 76 77 78 79
Análisis del mapa de riesgo Peligrosidad baja Peligrosidad alta FIG. 14 MAPA DE RIESGO GEOLÓGICO Recomendaciones FICHA 19 FICHA 20 FICHA 21 FICHA 22 FICHA 25 FICHA 25 FICHA 25 FICHA 26 FICHA 26 FICHA 27 FICHA 28 FICHA 29 FICHA 30 FICHA 31 FICHA 31 FICHA 32	65 65 67 68 69 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80
Análisis del mapa de riesgo Peligrosidad baja Peligrosidad alta FIG. 14 MAPA DE RIESGO GEOLÓGICO Recomendaciones FICHA 19 FICHA 20 FICHA 21 FICHA 22 FICHA 23 FICHA 24 FICHA 25 FICHA 25 FICHA 26 FICHA 27 FICHA 28 FICHA 28 FICHA 29 FICHA 29 FICHA 30 FICHA 30 FICHA 31 FICHA 31 FICHA 32 FICHA 33	65 65 67 68 69 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81
Análisis del mapa de riesgo Peligrosidad baja Peligrosidad alta FIG. 14 MAPA DE RIESGO GEOLÓGICO Recomendaciones FICHA 19 FICHA 20 FICHA 21 FICHA 22 FICHA 25 FICHA 25 FICHA 25 FICHA 26 FICHA 26 FICHA 27 FICHA 28 FICHA 29 FICHA 30 FICHA 31 FICHA 31 FICHA 32	65 65 67 68 69 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81
Análisis del mapa de riesgo Peligrosidad baja Peligrosidad alta FIG. 14 MAPA DE RIESGO GEOLÓGICO Recomendaciones FICHA 19 FICHA 20 FICHA 21 FICHA 22 FICHA 25 FICHA 25 FICHA 25 FICHA 26 FICHA 27 FICHA 28 FICHA 28 FICHA 29 FICHA 30 FICHA 31 FICHA 31 FICHA 32 FICHA 33 FICHA 33 FICHA 34	65 65 67 68 69 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82
Análisis del mapa de riesgo Peligrosidad baja Peligrosidad alta FIG. 14 MAPA DE RIESGO GEOLÓGICO Recomendaciones FICHA 19 FICHA 20 FICHA 21 FICHA 22 FICHA 23 FICHA 24 FICHA 25 FICHA 25 FICHA 26 FICHA 27 FICHA 28 FICHA 28 FICHA 29 FICHA 29 FICHA 30 FICHA 30 FICHA 31 FICHA 31 FICHA 32 FICHA 33	65 65 67 68 69 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82
Análisis del mapa de riesgo Peligrosidad baja Peligrosidad alta FIG. 14 MAPA DE RIESGO GEOLÓGICO Recomendaciones FICHA 19 FICHA 20 FICHA 21 FICHA 21 FICHA 22 FICHA 23 FICHA 24 FICHA 25 FICHA 25 FICHA 26 FICHA 26 FICHA 27 FICHA 28 FICHA 28 FICHA 29 FICHA 30 FICHA 30 FICHA 31 FICHA 31 FICHA 32 FICHA 33 FICHA 33 FICHA 34 FICHA 35	65 65 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 81 82 83
Análisis del mapa de riesgo Peligrosidad baja Peligrosidad alta FIG. 14 MAPA DE RIESGO GEOLÓGICO Recomendaciones FICHA 19 FICHA 20 FICHA 21 FICHA 22 FICHA 23 FICHA 24 FICHA 25 FICHA 25 FICHA 25 FICHA 26 FICHA 27 FICHA 28 FICHA 28 FICHA 29 FICHA 30 FICHA 30 FICHA 31 FICHA 31 FICHA 32 FICHA 33 FICHA 33 FICHA 34 FICHA 35	65 65 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 81 82 83
Análisis del mapa de riesgo Peligrosidad baja Peligrosidad alta FIG. 14 MAPA DE RIESGO GEOLÓGICO Recomendaciones FICHA 19 FICHA 20 FICHA 21 FICHA 22 FICHA 25 FICHA 25 FICHA 25 FICHA 26 FICHA 27 FICHA 28 FICHA 28 FICHA 29 FICHA 30 FICHA 31 FICHA 31 FICHA 32 FICHA 33 FICHA 33 FICHA 34	65 65 68 69 71 72 73 74 75 76 78 79 80 81 82 83

Riesgo Geológico en Punta Conos	87
MAPA DE PENDIENTES	
Fig. 15 FOTO AEREA	
FIG. 16 MAPA DE PENDIENTES	
MAPA LITOLÓGICO	
FIG. 17 MAPA LITOLÓGICO	
MAPA HIDROLÓGICO Y DE HUMEDALES	
FIG. 18 MAPA DE HUMEDALES	
MAPA DE EROSIÓN Y ACUMULACIÓN MARINA	
FIG. 19 MAPA DE EROSIÓN MARINA	
TIG. 19 WAT A DE ENCOTOR WATERING.	
Análisis del mapa de riesgo	90
PELIGROSIDAD BAJA	
PELIGROSIDAD MODERADA	
PELIGROSIDAD MODERADA ALTA	
PELIGROSIDAD MUY ALTA	
Fig. 20 Mapa de Riesgo Geológico	
FICHA 36	
FICHA 37	
FICHA 38	
FICHA 39	
FICHA 40	
	AN LORENZO 106
FICHA 40ESTUDIO DE RIESGO GEOLÓGICO EN LA RESERVA NATURAL PINGÜINERA S.	
FICHA 40ESTUDIO DE RIESGO GEOLÓGICO EN LA RESERVA NATURAL PINGÜINERA S.	
FICHA 40 ESTUDIO DE RIESGO GEOLÓGICO EN LA RESERVA NATURAL PINGÜINERA S. Reserva natural Pingüinera San Lorenzo	107
FICHA 40 ESTUDIO DE RIESGO GEOLÓGICO EN LA RESERVA NATURAL PINGÜINERA S. Reserva natural Pingüinera San Lorenzo FIG. 21 FOTO AÉREA.	107
FICHA 40 ESTUDIO DE RIESGO GEOLÓGICO EN LA RESERVA NATURAL PINGÜINERA S. Reserva natural Pingüinera San Lorenzo FIG. 21 FOTO AÉREA. MAPA DE PENDIENTES.	107 108 109
FICHA 40 ESTUDIO DE RIESGO GEOLÓGICO EN LA RESERVA NATURAL PINGÜINERA S. Reserva natural Pingüinera San Lorenzo FIG. 21 FOTO AÉREA MAPA DE PENDIENTES FIG. 22 MAPA DE PENDIENTES	107 108 109
FICHA 40 ESTUDIO DE RIESGO GEOLÓGICO EN LA RESERVA NATURAL PINGÜINERA S. Reserva natural Pingüinera San Lorenzo FIG. 21 FOTO AÉREA MAPA DE PENDIENTES FIG. 22 MAPA DE PENDIENTES MAPA LITOLÓGICO	107 108 109 110
FICHA 40 ESTUDIO DE RIESGO GEOLÓGICO EN LA RESERVA NATURAL PINGÜINERA S. Reserva natural Pingüinera San Lorenzo FIG. 21 FOTO AÉREA. MAPA DE PENDIENTES. FIG. 22 MAPA DE PENDIENTES. MAPA LITOLÓGICO	
FICHA 40 ESTUDIO DE RIESGO GEOLÓGICO EN LA RESERVA NATURAL PINGÜINERA S. Reserva natural Pingüinera San Lorenzo FIG. 21 FOTO AÉREA. MAPA DE PENDIENTES. FIG. 22 MAPA DE PENDIENTES. MAPA LITOLÓGICO. FIG. 23 MAPA LITOLÓGICO MAPA HIDROLÓGICO Y DE HUMEDALES.	
FICHA 40 ESTUDIO DE RIESGO GEOLÓGICO EN LA RESERVA NATURAL PINGÜINERA S. Reserva natural Pingüinera San Lorenzo FIG. 21 FOTO AÉREA. MAPA DE PENDIENTES. FIG. 22 MAPA DE PENDIENTES. MAPA LITOLÓGICO. FIG. 23 MAPA LITOLÓGICO MAPA HIDROLÓGICO Y DE HUMEDALES. FIG. 24 MAPA DE HUMEDALES.	
FICHA 40 ESTUDIO DE RIESGO GEOLÓGICO EN LA RESERVA NATURAL PINGÜINERA S. Reserva natural Pingüinera San Lorenzo FIG. 21 FOTO AÉREA MAPA DE PENDIENTES. FIG. 22 MAPA DE PENDIENTES. MAPA LITOLÓGICO FIG. 23 MAPA LITOLÓGICO MAPA HIDROLÓGICO Y DE HUMEDALES FIG. 24 MAPA DE HUMEDALES MAPA DE EROSIÓN.	
FICHA 40 ESTUDIO DE RIESGO GEOLÓGICO EN LA RESERVA NATURAL PINGÜINERA S. Reserva natural Pingüinera San Lorenzo FIG. 21 FOTO AÉREA. MAPA DE PENDIENTES. FIG. 22 MAPA DE PENDIENTES. MAPA LITOLÓGICO. FIG. 23 MAPA LITOLÓGICO MAPA HIDROLÓGICO Y DE HUMEDALES. FIG. 24 MAPA DE HUMEDALES.	
FICHA 40 ESTUDIO DE RIESGO GEOLÓGICO EN LA RESERVA NATURAL PINGÜINERA S. Reserva natural Pingüinera San Lorenzo FIG. 21 FOTO AÉREA MAPA DE PENDIENTES FIG. 22 MAPA DE PENDIENTES MAPA LITOLÓGICO FIG. 23 MAPA LITOLÓGICO MAPA HIDROLÓGICO Y DE HUMEDALES FIG. 24 MAPA DE HUMEDALES MAPA DE EROSIÓN FIG. 25 MAPA DE EROSION MARINA	
FICHA 40 ESTUDIO DE RIESGO GEOLÓGICO EN LA RESERVA NATURAL PINGÜINERA S. Reserva natural Pingüinera San Lorenzo FIG. 21 FOTO AÉREA	
FICHA 40 ESTUDIO DE RIESGO GEOLÓGICO EN LA RESERVA NATURAL PINGÜINERA S. Reserva natural Pingüinera San Lorenzo FIG. 21 FOTO AÉREA. MAPA DE PENDIENTES. FIG. 22 MAPA DE PENDIENTES. MAPA LITOLÓGICO FIG. 23 MAPA LITOLÓGICO MAPA HIDROLÓGICO Y DE HUMEDALES FIG. 24 MAPA DE HUMEDALES MAPA DE EROSIÓN FIG. 25 MAPA DE EROSION MARINA Análisis del mapa de riesgo PELIGROSIDAD MUY BAJA	
FICHA 40 ESTUDIO DE RIESGO GEOLÓGICO EN LA RESERVA NATURAL PINGÜINERA S. Reserva natural Pingüinera San Lorenzo FIG. 21 FOTO AÉREA MAPA DE PENDIENTES FIG. 22 MAPA DE PENDIENTES MAPA LITOLÓGICO FIG. 23 MAPA LITOLÓGICO MAPA HIDROLÓGICO Y DE HUMEDALES FIG. 24 MAPA DE HUMEDALES MAPA DE EROSIÓN FIG. 25 MAPA DE EROSION MARINA Análisis del mapa de riesgo PELIGROSIDAD MUY BAJA FIG. 26 MAPA DE RIESGO GEOLÓGICO	
FICHA 40 ESTUDIO DE RIESGO GEOLÓGICO EN LA RESERVA NATURAL PINGÜINERA S. Reserva natural Pingüinera San Lorenzo FIG. 21 FOTO AÉREA MAPA DE PENDIENTES FIG. 22 MAPA DE PENDIENTES MAPA LITOLÓGICO FIG. 23 MAPA LITOLÓGICO MAPA HIDROLÓGICO Y DE HUMEDALES FIG. 24 MAPA DE HUMEDALES MAPA DE EROSIÓN FIG. 25 MAPA DE EROSION MARINA Análisis del mapa de riesgo PELIGROSIDAD MUY BAJA FIG. 26 MAPA DE RIESGO GEOLÓGICO FICHA 41	
FICHA 40 ESTUDIO DE RIESGO GEOLÓGICO EN LA RESERVA NATURAL PINGÜINERA S. Reserva natural Pingüinera San Lorenzo FIG. 21 FOTO AÉREA MAPA DE PENDIENTES FIG. 22 MAPA DE PENDIENTES MAPA LITOLÓGICO FIG. 23 MAPA LITOLÓGICO MAPA HIDROLÓGICO Y DE HUMEDALES FIG. 24 MAPA DE HUMEDALES MAPA DE EROSIÓN FIG. 25 MAPA DE EROSION MARINA Análisis del mapa de riesgo PELIGROSIDAD MUY BAJA FIG. 26 MAPA DE RIESGO GEOLÓGICO	
FICHA 40 ESTUDIO DE RIESGO GEOLÓGICO EN LA RESERVA NATURAL PINGÜINERA S. Reserva natural Pingüinera San Lorenzo FIG. 21 FOTO AÉREA MAPA DE PENDIENTES FIG. 22 MAPA DE PENDIENTES MAPA LITOLÓGICO FIG. 23 MAPA LITOLÓGICO MAPA HIDROLÓGICO Y DE HUMEDALES FIG. 24 MAPA DE HUMEDALES MAPA DE EROSIÓN FIG. 25 MAPA DE EROSION MARINA Análisis del mapa de riesgo PELIGROSIDAD MUY BAJA FIG. 26 MAPA DE RIESGO GEOLÓGICO FICHA 41 FICHA 42	107 108 109 110 111 112 113 115 116 117 118 118 119 120
FICHA 40 ESTUDIO DE RIESGO GEOLÓGICO EN LA RESERVA NATURAL PINGÜINERA S. Reserva natural Pingüinera San Lorenzo FIG. 21 FOTO AÉREA MAPA DE PENDIENTES FIG. 22 MAPA DE PENDIENTES MAPA LITOLÓGICO FIG. 23 MAPA LITOLÓGICO MAPA HIDROLÓGICO Y DE HUMEDALES FIG. 24 MAPA DE HUMEDALES MAPA DE EROSIÓN FIG. 25 MAPA DE EROSION MARINA Análisis del mapa de riesgo PELIGROSIDAD MUY BAJA FIG. 26 MAPA DE RIESGO GEOLÓGICO FICHA 41	107 108 109 110 111 112 113 115 116 117 118 118 119 120
FICHA 40 ESTUDIO DE RIESGO GEOLÓGICO EN LA RESERVA NATURAL PINGÜINERA S. Reserva natural Pingüinera San Lorenzo FIG. 21 FOTO AÉREA MAPA DE PENDIENTES FIG. 22 MAPA DE PENDIENTES MAPA LITOLÓGICO FIG. 23 MAPA LITOLÓGICO MAPA HIDROLÓGICO Y DE HUMEDALES FIG. 24 MAPA DE HUMEDALES MAPA DE EROSIÓN FIG. 25 MAPA DE EROSION MARINA Análisis del mapa de riesgo PELIGROSIDAD MUY BAJA FIG. 26 MAPA DE RIESGO GEOLÓGICO FICHA 41 FICHA 42 Base de Datos	
FICHA 40 ESTUDIO DE RIESGO GEOLÓGICO EN LA RESERVA NATURAL PINGÜINERA S. Reserva natural Pingüinera San Lorenzo FIG. 21 FOTO AÉREA MAPA DE PENDIENTES FIG. 22 MAPA DE PENDIENTES MAPA LITOLÓGICO FIG. 23 MAPA LITOLÓGICO MAPA HIDROLÓGICO Y DE HUMEDALES FIG. 24 MAPA DE HUMEDALES MAPA DE EROSIÓN FIG. 25 MAPA DE EROSION MARINA Análisis del mapa de riesgo PELIGROSIDAD MUY BAJA FIG. 26 MAPA DE RIESGO GEOLÓGICO FICHA 41 FICHA 42	
FICHA 40 ESTUDIO DE RIESGO GEOLÓGICO EN LA RESERVA NATURAL PINGÜINERA S. Reserva natural Pingüinera San Lorenzo FIG. 21 FOTO AÉREA MAPA DE PENDIENTES FIG. 22 MAPA DE PENDIENTES MAPA LITOLÓGICO FIG. 23 MAPA LITOLÓGICO MAPA HIDROLÓGICO Y DE HUMEDALES FIG. 24 MAPA DE HUMEDALES MAPA DE EROSIÓN FIG. 25 MAPA DE EROSION MARINA Análisis del mapa de riesgo PELIGROSIDAD MUY BAJA FIG. 26 MAPA DE RIESGO GEOLÓGICO FICHA 41 FICHA 42 Base de Datos Glosario	107 108 109 110 111 112 113 115 116 117 118 118 119 120 121
FICHA 40 ESTUDIO DE RIESGO GEOLÓGICO EN LA RESERVA NATURAL PINGÜINERA S. Reserva natural Pingüinera San Lorenzo FIG. 21 FOTO AÉREA MAPA DE PENDIENTES FIG. 22 MAPA DE PENDIENTES MAPA LITOLÓGICO FIG. 23 MAPA LITOLÓGICO MAPA HIDROLÓGICO Y DE HUMEDALES FIG. 24 MAPA DE HUMEDALES MAPA DE EROSIÓN FIG. 25 MAPA DE EROSION MARINA Análisis del mapa de riesgo PELIGROSIDAD MUY BAJA FIG. 26 MAPA DE RIESGO GEOLÓGICO FICHA 41 FICHA 42 Base de Datos	107 108 109 110 111 112 113 115 116 117 118 118 119 120 121

INTRODUCCIÓN

Introducción

En general las personas conocen los tipos de peligros que ocurren en el entorno donde habitan, pero a su vez, no se sabe como cuantificar estos peligros, ni las mejores maneras para mitigarlos y prevenirlos. En líneas generales existen coincidencias en que algo debe hacerse al respecto, ya que los procesos naturales pueden acarrear pérdidas en vida humanas y económicas.

Sobre estas premisas, las medidas de mitigación deben ser vistas como una inversión básica, fundamental para todos los proyectos de desarrollo en áreas de alto riesgo.

Este trabajo esta orientado a evitar pérdidas derivadas de los procesos naturales en el área de la costa acantilada de Península de Valdés y el Golfo Nuevo, debido a que la misma, presenta claras evidencias de riesgo geológico. Uno de los mas importantes riesgos geológicos en el área es el desprendimiento de rocas, debido a la fuerte erosión de sus acantilados. Por estas sencillas razones, las autoridades de la Provincia de Chubut tomaron la decisión de realizar este estudio, financiado por el Consejo Federal de Inversiones (CFI), que permitirá tener un registro de las áreas con riesgo geológico en la Reserva Natural de Península de Valdés y en I localidades nuevas donde probablemente se realicen futuros emprendimientos turísticos.

El estudio geológico se basó en reunir la información obtenida en el campo y en el gabinete, se la integró y se elaboró un mapa final de fácil lectura para las diferentes áreas analizadas. Este documento servirá para ser utilizado como documento base, para la toma de decisiones en las áreas turísticas de la Costa de la Provincia de Chubut.

CARACTERISTICAS RELEVANTES DE LA PENINSULA DE VALDES y ÁREAS CERCANAS

Ubicación

La zona de estudio que abarcan los sitios Punta Loma, Punta León, Cerro Cono y la pingüinera San Lorenzo, están ubicados en el noreste de la Provincia de Chubut, entre los paralelos 42°05′y 42°53′de latitud sur, y entre los meridianos de 63°05′ y 64°37′de longitud oeste. A la misma se accede desde la intersección de la Ruta Nacional N°3 con las Rutas Provinciales N°2 y N° 1 (fig. 1).

Climatología

El volumen de precipitaciones en la región Península de Valdés y zonas aledañas se encuentra por debajo de los 400 mm, con lo cual dicha región quedaría incluida dentro de las regiones áridas (Rostagno, 1980). Si se utiliza el cálculo de aridez propuesto por la UNESCO (índice de relación precipitación-evapotranspiración), el índice es de 0,36 para el Faro de Punta Delgada y este valor se ubica dentro de las zonas semiáridas.

Con respecto a la temperatura, la media anual es de 12°2C, la máxima media es de 17°3C y la mínima media es de 8°4C (Rostagno, 1980).

Las precipitaciones mas abundantes se registran durante el invierno y las mismas diminuyen considerablemente en los meses más cálidos. Según Restagno, (1980), el régimen sería del tipo mediterráneo degradado con un promedio anual entre 200mm y 245 mm. Una de las características ha tener en cuenta es la fuerte variación interanual, ya que en el año 1945 se registró un valor de solo 94mmm y en el año 1957 alcanzó el valor máximo de 457 mm.

Otro control climático importante en la zona es el viento. Son numerosos los días donde el viento sopla con intensidad y como consecuencia tiene un poder erosivo muy importante y también un significativo poder secante. La formación de importante dunas que se desplazan hacia el este sugieren que los vientos preponderantes provienen del oeste.

Los valores de humedad relativa para el sector costero son altos ya que el promedio anual para Punta Delgada es de 67%.

Características geomorfológicas y geológicas

En el área de estudio el rasgo geomorfológico que predomina es el de planicie mesetiforme. La meseta se ve interrumpida en algunos sectores por importantes bajos salitrosos y que en algunos casos se hallan por debajo de la cota actual del nivel del mar, como por ejemplo la conocida Salina Grande ubicada a – 42m (fig. 1).

Como consecuencia de las bajas precipitaciones en la región, no existen importantes redes de drenaje. Los pequeños cauces fluviales efímeros, tienen un desarrollo escaso y en general no llegan al mar si no que drenan hacia lagunas temporarias locales, formando una red de drenaje con un diseño centrípeto.

Sobre la costa los rasgos sobresalientes son los sectores de acumulación y erosión. Como formas de acumulación se reconocen cordones litorales y espigas como la de Caleta Valdés y como formas de abrasión cabos, arcos, pilares y el desarrollo de importantes plataformas de abrasión.

Estos rasgos geomorfológicos están relacionados íntimamente con los cambios de nivel del mar (Codigniotto et al., 1980).

Geologicamente en la península afloran sedimentos marinos y continentales. Los marinos corresponde a la Formación Puerto Madryn y Gaiman, son los mas antiguos de una edad miocena y se caracterizan por la abundancia de fósiles marinos como así también de la excelente exposición de las formaciones a lo largo de la costa.

Le suprayacen sedimentos de origen continentales de la formación Rodados Patagónicos, cuya edad sería Plesitocena. Estos sedimentos de origen glacifluvial forman un manto de grava que se registra en casi toda la Patagonia. Sobre estos rodados se hallan en algunos sectores depósitos de dunas eólicas. Estos depósitos se originan por la fuerte acción del viento que erosiona parte de la matriz de las formaciones subyacentes y finalmente se acumulan en áreas vegetadas formando depósitos eólicos del tipo túmulos.

Procesos Geológicos

Los procesos geológicos dominantes y que presentan mayor peligro en las costas de atagónicas son los deslizamientos, caídas de bloques y en menor medida la erosión fluvial, la erosión de la costa y la erosión eólica.

Los deslizamientos son causados cuando la fuerza de la gravedad moviliza la roca, el derrubio o los suelos por la pendiente. Como se sabe, la gravedad actúa permanentemente sobre la pendiente y cuando la fuerza de la gravedad supera la resistencia del material este se desprende pendiente abajo.

Normalmente los deslizamientos de roca tienen lugar en lugares donde los estratos rocosos se encuentran inclinados, fracturados, o bien es socavada la base y de esta manera pierden apoyo y se desprende la roca.

Puede consistir en material de libre caída de los acantilados, o en masas fragmentadas o íntegras que se deslizan por los cerros y montañas, o en flujos fluidos. Estos desprendimientos a su vez, pueden viajar a velocidades hasta de 200 kilómetros por hora o más y el tiempo de duración puede durar unos pocos segundos o minutos, o bien pueden ser movimientos graduales más lentos y durar varias horas o aún días.

Según Sharpe (1938), los factores que influyen donde han de ocurrir los deslizamientos están caracterizados en terrenos que permanecen sin cambios, o que varían muy poco desde el punto de vista de la perspectiva humana y además se encuentran alejados de áreas con acción antrópica. La calidad de pendiente o el tipo de roca, por ejemplo, presentan cambios sólo después de períodos de tiempo muy largos. Estos factores permanentes como tipo de roca y calidad de pendiente, permiten reconocer e identificar algunos deslizamientos específicos mucho después de su ocurrencia (DeGraff, 1978). A partir del estudio de deslizamientos en un área, es posible reconocer los factores permanentes que contribuyeron a que este ocurriera. Sobre la base de estudios de deslizamientos antiguos, Varnes (1985) considera la posibilidad de estimar los factores que pueden afectar las laderas y de esta manera prever deslizamientos futuros.

Tipos de deslizamientos:

- Caídas: Una masa que se desprende de una pendiente fuerte o de un acantilado y desciende por caída libre, a saltos o rodando.
- Realces: Una masa se da vuelta o rota hacia adelante como una unidad.
- Deslizamientos: Una masa se desplaza sobre una o más superficies reconocibles, que pueden ser curvas o planas.
- Flujos: Una masa se desplaza pendiente abajo con un movimiento fluido. Una cantidad significativa de agua puede o no ser parte de la masa.

Como se mencionó anteriormente, la erosión hídrica se ubica dentro de la categoría de menor riesgo geológico en la zona de la costa. La misma esta asociada a cursos de ríos de tipos efímero y de corto trayecto y el comportamiento de estos sistemas fluviales esta relacionado con las características climáticas imperantes en la región. Sus cuencas hídricas son de pequeñas dimensiones debido a que estas se desarrollan en sectores muy cercanos al mar. Inicialmente los sistemas fluviales generan depósitos de abanico en su desembocadura sobre la actual línea de costa, pero los mismos posteriormente son retrabajados por el oleaje borrando la geoforma original. El diseño de la red de drenaje en general es dendrítico pero en sectores donde existen cordones litorales antiguos (holocenos) como por ejemplo, en el área de Caleta Valdés, el diseño presenta características de diseño enrejado.

Terremoto

La peligrosidad sísmica en la zona de estudio se la puede clasificar como baja. Para determinar esta clasificación de la zona se utilizó material del IMPRES (Instituto de Prevención Sísmica, San Juan), quien clasifica el área dentro del intervalo IV – VI. El grado mas bajo del mismo, se percibe dentro de los edificios como por ejemplo el movimiento oscilatorio de los objetos. En grado

mayor de este intervalo crujen las maderas, se rompen los objetos de vidrio, se caen los estantes y se pueden generar grietas en las mamposterías.

Erupciones Volcánicas

El área de la costa Noreste de la Provincia de Chubut, no presenta peligro por vulcanismo en forma directa. Por otra parte, no existen en la zona geoformas que evidencien una actividad volcánica pasada como son las coladas basálticas, calderas, chimeneas, cráteres, etc. El registro de actividad volcánica se observa en delgados depósitos de cenizas volcánica en su fracción fina. Por lo tanto actividad volcánica manifestada en el área de Península de Valdés provendría de localidades de mas de 150 km de distancia. Depósitos con estas características se encuentra a lo largo de toda la columna geológica del área, siendo el último, la erupción del volcán Hudsson en el año 1991 ubicado al SO en el límite de Chile con la provincia de Santa Cruz. Este volcán del tipo explosivo, generó una espesa columna de ceniza que se desplazo hacía el este por fuertes vientos provenientes del sector Oeste. Esta ceniza volcánica periódicamente, pero cada vez con menor intensidad, es removida del suelo generando la disminución de la visibilidad. Tal es el caso de octubre de los años 1991/92 donde la visibilidad llego al grado de oscurecimiento medio en las localidades de Puerto Madryn y Trelew.

METODOLOGÍA

Metodología

Existen numerosas metodologías para el estudio de riesgo geológico y en este caso específico, se siguió el Manual de Riesgo Naturales propuesto por la Organización de Estados Americanos (1994). Se aplico este procedimiento ya que el mismo permite cuantificar la posibilidad de futuros deslizamientos y a su vez permite generar un mapa de lectura simple de áreas con peligro geológico. Para interpretar la probabilidad de futuros deslizamientos se necesita comprender las condiciones y procesos que controlaron los deslizamientos anteriores en el área de interés. Esto se puede lograr observando y cartografiando los anteriores deslizamientos. Básicamente se trata de interpretar las circunstancias geológicas, topográficas, e hidrológicas que estuvieron asociadas con anteriores deslizamientos, indicando cuales circunstancias naturales o artificialmente creadas, son las más probables a producir deslizamientos en el futuro.

Inventario de deslizamientos previos

El inventario de deslizamientos se generó a partir de un mapa descriptivo siguiendo a Cotecchia (1978). El método utilizado se basa en la sobreposición de transparencia de mapas con el inventario de deslizamientos sobre los mapas de tipo de roca firme, calidad de pendientes, medidas hidrológicas indirectas y acción del mar. La extrapolación de estos datos fueron comparados y cuantificados a áreas con características similares pero sin deslizamientos. Esta herramienta efectiva permitió pronosticar dónde, pero no cuando, es más probable que ocurran deslizamientos en el futuro.

Técnica utilizada en la confección del mapa de riesgo

Fueron cuatro los pasos para completar el análisis de factores y producir un mapa del peligro:

1. Se cartografió la roca firme, la calidad de pendiente, los factores hidrológicos, la erosión marina y los deslizamientos existentes. Con estos factores permanentes se confeccionó un mapa combinando en unidades individuales.

- 2. Se sobrepuso los inventarios de deslizamientos sobre el mapa de factores combinados.
- 3. Se preparó un análisis para todas las combinaciones de los factores y las combinaciones de grupos de factores, de manera que se definieron los grados de peligro de deslizamiento.
- 4. Se realizó un mapa con las zonas, para el peligro de deslizamiento, a partir de las combinaciones agrupadas.

Definición de roca firme

En este punto es importante aclarar que no se ha utilizado para el mapeo de roca firme un mapa geológico universal, ya que estos se confeccionan teniendo en cuenta diferencias de edades de las rocas, litologías, fallamientos, plegamineto etc. Por ejemplo un mapa geológico normal, puede mostrar una serie de depósitos de ceniza volcánica de composición mineral similar, pero con variación de edades. Pero frente a un proceso de deslizamiento, el comportamiento de la ceniza volcánica es el mismo sin importar la edad de los estratos. Por tal motivo en la zona de trabajo se mapeo diferencias litológicas marcadas como es el caso de limolitas — coquinas- conglomerados que presentan importantes diferencias frente a la erosión marina, al tipo de pendiente, tipo de suelo y erosión hídrica. Para la realización del mapa de roca firme se diferenciaron diferentes tipo de arreglo vertical de las litologías mencionadas arriba.

Definición de pendiente o inclinación

La pendiente es uno de los factores detonantes para la ocurrencia de deslizamientos. Para realizar el mapa de pendiente se trabajo con un mapa topográfico base de escala 1 : 100.000. El mismo fue posteriormente ampliado y llevado a una escala de 1: 5.000

La calidad de pendiente para la evaluación del peligro de deslizamiento es comúnmente expresada como un porcentaje en vez de usar grados. Para agrupar los valores se prepondero las pendientes presentes en la área de estudio, debido a que demasiadas clases de pendientes hacen difícil la

identificación de aquéllas que son críticas para la ocurrencia de deslizamientos y demasiado pocas clases son igualmente inútiles.

Hidrología - Humedales

Debido a la falta de un mapa hidrológico previo que contemple información como niveles de napa freática y sus fluctuaciones, se cartografío los humedales con un método indirecto es decir mediante la vegetación y la orientación de pendientes. Con respecto a la vegetación se tuvo en cuenta el tipo de vegetación y la agrupación de la misma como así también la cobertura vegetal. Para la orientación de la pendiente, la misma se cartografió con brújula y se estableció una base de datos, donde la orientación de la pendiente se midió en grados de acimut que van desde 0° para el N, hasta 360° grados, en dirección del reloj.

Acción de las olas y mareas

Como es de conocimiento general, la acción erosiva de las olas y las mareas es muy importante ya que la misma es diaria y se ve notablemente incrementada en las épocas de tormentas.

Las olas en las costas con acantilados, se ve forzada a ingresar en grietas y fisuras del acantilado, ejerciendo el agua una enorme presión sobre el aire alojado que comprime las paredes, acto seguido el agua se retira el aire se expande y arrastra material de las paredes. Este proceso es continuo, generando rápidos cambios en los acantilado, ampliando la zona de fractura y posterior derrumbe o colapso del acantilado, que a su vez, se ve favorecido por la continua abrasión de la ola en la base del acantilado. Finalmente este material erosionado se suma a la abrasión, lo cual acelera el proceso.

Por su parte las mareas en la zona de trabajo corresponden a la las llamadas macromareales, es decir, superiores a los 4 metros. Estas mareas actúan en la Península cuatro veces al día, es decir dos bajamar y dos pleamar. Con el ascenso de la marea la costa se ve inundada y de esta manera el agua afecta continuamente la base del acantilado que se encuentra al alcance de la marea.

Esta inundación provoca una erosión producto de la interacción del agua salobre con los componentes minerales que forman la roca del acantilado, al que someten a procesos de expansión y contracción debido a que sus componentes de arcillas son susceptibles a la hidratación. Este lento proceso con lleva a la erosión de la base del acantilado.

Las formas de erosión que se detectan por la acción del mar, son los acantilados, que dejan a medida que retroceden una plataforma plana en forma de bancos denominada plataforma de abrasión. En estas plataformas de erosión, la marea actúa con un flujo de tipo en manto cuando sube y como flujo turbulento cuando baja generando los canales de marea, que en algunos casos pueden ser de hasta 2 metros de profundidad. Otras geoformas erosivas que se observan por la acción del mar son los arcos litorales, cuevas en el acantilado, tómbolos y cabos.

Este parámetro erosivo fue mapeado teniendo en cuenta el desarrollo de estas formas de erosión y además el ángulo de incidencia de la olas sobre los acantilados. Para esto se tomaron datos en diferentes estadios como son los períodos normales y períodos afectados por tormentas. Estos datos fueron comparados con trabajos previos donde se analizo la deriva litoral continental en el área (Islas y Bujalesky, 1995; Codingnotto et al., 2001).

Para mas información ver el Manual Sobre el Manejo de Peligros Naturales en la Planificación para el Desarrollo Regional Integrado de la OEA (Capitulo X).

ESTUDIO DE RIESGO GEOLÓGICO DE LA LOCALIDAD TURÍSTICA PUNTA LOMA



Punta Loma

Esta localidad se encuentra ubicada a 15km aproximadamente al sur de la ciudad de la ciudad de Puerto Madryn (Fig, 1) y a la misma se accede por la ruta provincial Nº 1 construida con material de ripio. Esta ruta se puede interrumpir luego de precipitación importantes debido a la acumulación de agua (Ficha 1). Es muy común sobre la ruta la formación de pequeñas lagunas intermitentes impidiendo el paso, como así también, se pueden generar zonas de barreales debido al alto contenido en arcillas de la ruta en donde los vehículos quedan empantanados.

La reserva natural de Punta Loma fue una de las primeras creadas en la década del 70′ y durante muchos años solo existió un solo mirador para el avistaje de fauna. El segundo mirador fue instalado en la década del 90′ y en esos años también se realizó el trazado vial actual, dentro de la reserva.

La reserva cuenta con varias construcciones todas ellas de material entre las que se destacan el pórtico de entrada, un museo de forma circular, la casa de los guardafaunas, baños públicos y los 2 miradores, estos últimos de madera (Fig. 2).

Con respecto a la localidad de Punta Norte la misma fue analizada en base a la metodología anteriormente descripta.

Mapa de pendientes

La zona posee una pendiente suave en general con zonas llanas o suavemente ondulada, pero a medida que nos acercamos al mar, la misma en algunos sectores presenta una fuerte pendiente.

En la zona de estudio se han cartografiado 4 categorías de pendientes: llana, suave a moderada, alomada y abrupta (Fig. 3).

Estas pendientes se intercalan dando como resultado una topografía escalonada típica de la Patagonia extraandina.

Llana: la pendiente general de la zona tiene una leve caída de 3° en dirección Este- Sureste (100°). Esta sería la pendiente por donde se realiza casi todo el trayecto desde Puerto Madryn, es decir, corresponde al sector mesetiforme.

Valores similares de pendientes se ubican sobre la costa limitando con los acantilados de la misma y en donde se realizaron dejando en consecuencia una topografía escalonada.

Sobre este escalón se han realizado las construcciones de los Guardafaunas, Museo, Miradores y Estacionamiento. Esta pendiente domina sobre el resto, pero en la zona de estudio se ha visto fuertemente modificada debido a la marcada acción antrópica.

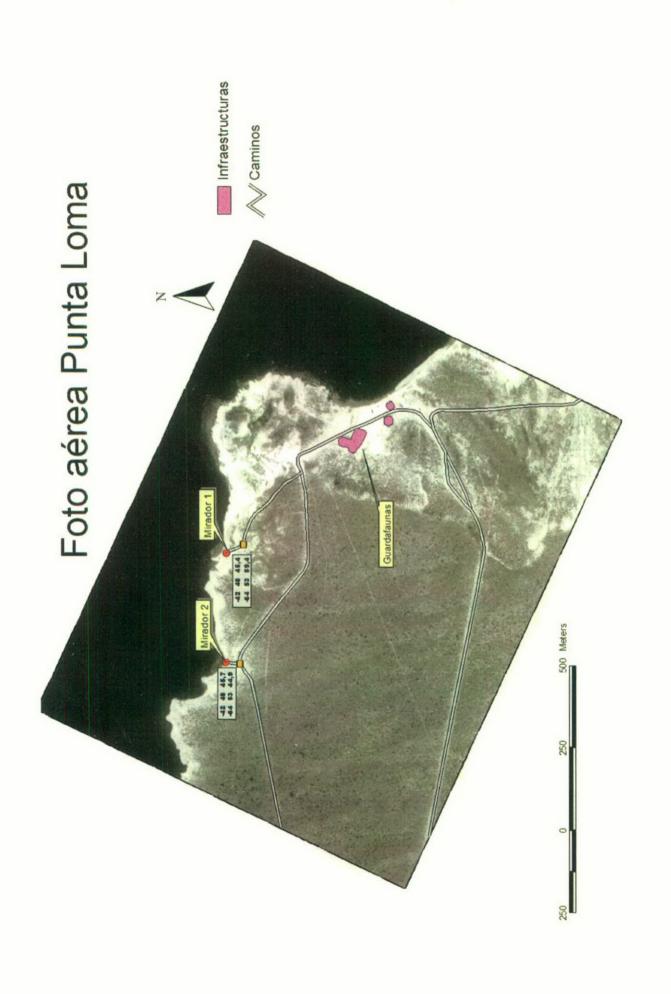
La playa finalmente compone el escalón inferior y la misma se compone de Rodados Patagónicos redepositados. El tamaño de los clastos varía entre arena y grava gruesa alcanzando los 12 cm de diámetro.

Suave a moderada: esta pendiente esta originada por la acción fluvial y por la acción antrópica (fig. 3). La pendiente aquí medida se encuentra entre 3° - 7° llegando en algunos casos a los 15°.

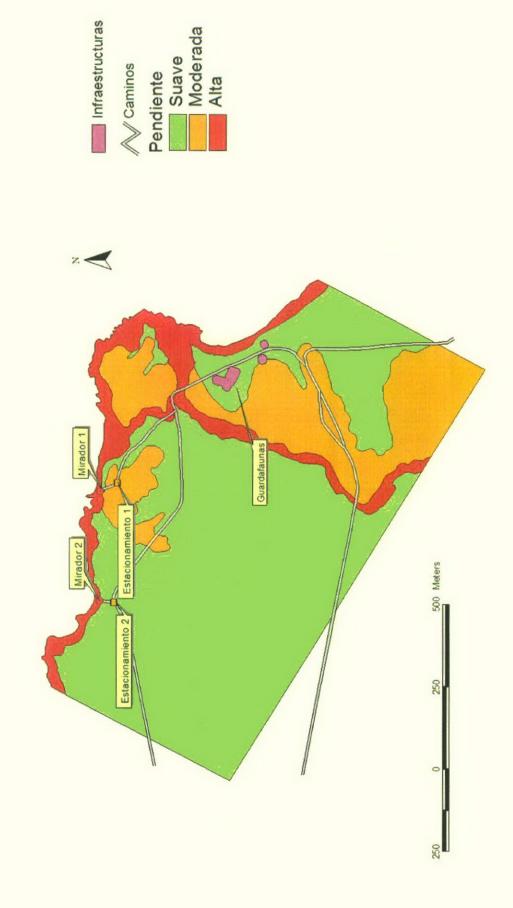
Los cauces de corto trayecto se ubican dentro de estos valores y por otra parte los caminos realizados por vialidad provincial con el correr de los años han modificado significativamente la pendiente general. Estos caminos con pendiente mayor a la general, se han convertido en una vía de escurrimiento para las fuertes lluvias generando inconvenientes múltiples.

Alomado: esta poco representada en la zona de estudio pero la misma tiene su mayor desarrollo detrás de la casa principal del guardafuna (Ficha 2). Las lomadas son las responsables de una series de cuencas de poco desarrollo.

Abrupta: este tipo de pendiente se ubica en la zona de la costa como un acantilado de 20 m de altura con una pendiente de 43° y hasta 90° (Ficha 3). No presenta cobertura vegetal y además presenta una cornisas o alero en los metros superiores de hasta 0,8 m de saliente y 15 m de longitud.



Mapa de Pendientes



Mapa Litológico

En la zona se han encontrado roca consolidada y dos tipos de rocas no consolidadas (Fig. 4).

La roca consolidada aflora con mayor claridad a lo largo de la costa acantilada y tiene algunos asomos detrás de la construcciones de la entrada, pero con una importante cubierta vegetal y también se observa en el camino de acceso a los miradores como consecuencia de erosión antrópica.

Esta roca se caracteriza por un alto porcentaje de material fino (90%) limos y arcillas, y menor porcentaje arena gruesa y coquinas con restos de invertebrados desarticulados y fragmentados. Esta coquina es la que compone el alero antes mencionado. Se presenta con una estratificación horizontal de hasta 60 cm de espesor y sus capas se encuentran finamente laminadas.

Si bien la erosión marina es la que afecta con mayor intensidad a la roca firme, también existen otro tipos de erosión como las infiltraciones de agua dulce. Estas infiltraciones son numerosas y se manifiestan especialmente en el acantilado donde el agua escurre hacía el mar y se ve beneficiada por el alto porcentaje de arcillas que actúan como base impermeable. Como consecuencia de este escurrimiento casi todo la roca firme del acantilado se encuentra afectada a una erosión mecánica de expansión y contracción de las arcillas. Otro tipo de erosión de la roca firme se produce como consecuencia del "spray" marino, es decir, cuando el viento sopla desde la costa salpica el acantilado generando un alto porcentaje de humedad sobre el mismo. A diferencia del agua dulce el agua de mar tiene una importante saturación de sales, estas sales luego de la evaporación del agua precipitan acomodándose en los espacios vacíos o bien remplazando el cemento carbonático original de la roca. Como consecuencia este mecanismo de evaporación - precipitación y remplazo provoca la erosión de la roca firme.

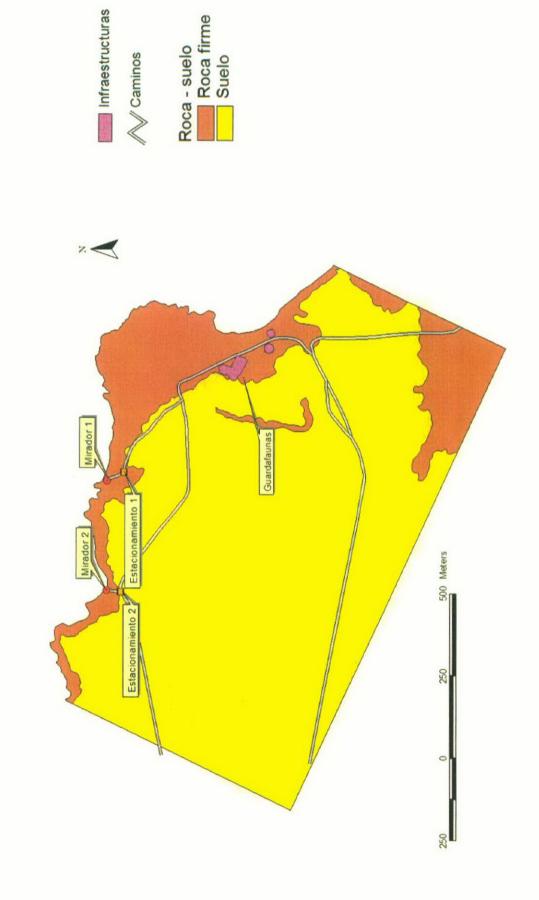
Entre las rocas no consolidas, encontramos los depósitos de playa que se componen de rodados polimícticos de variado tamaño alcanzando hasta los 12 cm de diámetro y muy bien redondeados. Estos rodados son característicos de las costas patagónicas. También encontramos como roca no consolidada depósitos fluviales acarreados de zona cercanas hasta la playa. Estos depósitos son de material fino en general limoso y arenoso producto de la

erosión de la roca terciaria que aflora en la zona. Finalmente existe una cubierta arenosa de origen eólico que en este momento se encuentra edafizada pero sumamente friable y fácilmente erosionable. Los suelos presentan un moderado a bajo grado de desarrollo pedogenético (Ficha 4). Trabajos de INTA (1989) han reconocido tres tipos de suelos en el área (siguiendo la Soil Taxonomy, 1996: Entisoles, Molisoles y Ardisoles).

Estos tipos de suelo también fue hallado en diferentes sitios de Península Valdés como Punta Norte. En Punta Loma tenemos los tipos Entisoles y Ardisoles y dentro de estos grupos los Torripsamentes y Haplargides respectivamente.

El primero se caracteriza por estar asociados a un sustrato de suelo arenoso y de origen eólico con un bajo contenido de materia orgánico, fácilmente erosionable, desarrollo muy pobre y baja fertilidad. El segundo, tiene un espesor mayor, se diferencian los horizontes, siendo el A arenoso, el B argílico y el C de roca firme con alto contenido en carbonato.

Mapa de Roca Firme



Mapa Hidrológico y de Humedales

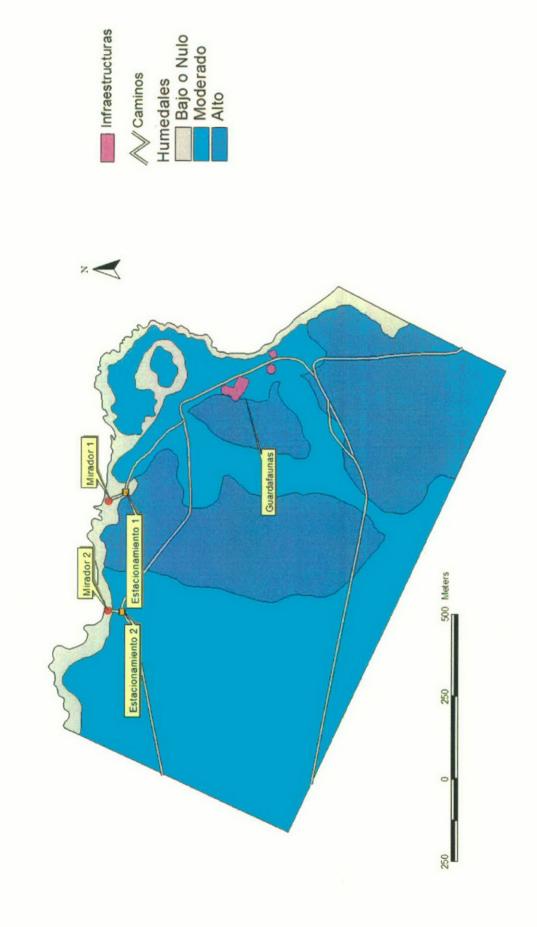
Para la identificación de los humedales además del reconocimiento en el campo se utilizó imágenes satelitales. De esta manera se pudieron diferenciar tres sectores (Fig. 5).

El sector de mayor humedal se ubica en los cauces de los arroyos (Fichas 5, 6, 7, 8, 9), es decir en las áreas mas deprimidas y al pie del acantilado principal por donde escurre abundante agua producto de las lluvias torrenciales. Estos sectores al ser arenosos con una alta participación de arcillas retienen parcialmente la humedad. La vegetación asociada a estos sectores corresponde a Estepa abustiva-herbácea de *Chuquiraga erinacea* y *Stipa tenuis*, con una cobertura que varía entre 40% y 70% y una altura de 1.5m. El Estrato subarbustivo se compone de *Acantholippia seriphioides* y *Baccharis darwinni*, con una cobertura menor al 5% y una altura de hasta 10 cm (Bertiller, et al., 1980).

El segundo índice de humedal se ubica sobre la pendiente regional, es decir sobre la parte llana del relieve. La vegetación aquí es la misma que la anterior pero presenta un menor tamaño y también una cobertura menor tanto del estrato arbustivo como del estrato subarbustivo.

Finalmente el tercer índice se ubica en los sectores donde no hay vegetación, es decir en la zona acantilada sobre la costa y en los sitios donde la acción antrópica ha sido significativa como el sector de los miradores (Ficha 10). En estos puntos el sedimento se encuentra totalmente prensado por pisoteo y es por donde el agua se escurre y no filtra por lo tanto no retiene la humedad.

Mapa de Humedales



Mapa de erosión y acumulación marina

Las costas patagónicas reflejan claramente los importantes cambios dinámicos de ascenso y descenso del nivel del mar. Estas fluctuaciones ha permitido que durante los últimos 30.000 años sufriera procesos de acumulación y erosión (Codignotto, 1984). Estos cambios dinámicos se observan en las cercanías de Punta Loma. Playa Paraná por ejemplo, es un sector con formas de acumulación con cordones litorales y se ubica a un par de km al norte de Punta Loma. Está depositación es consecuencia de un nivel del mar mas alto al actual.

En cambio la reserva de Punta Loma, se encuentra ubicada geomorfológicamente sobre un cabo, es decir en un sector de erosión.

Este cabo presenta claramente un frente de erosión que se manifiesta por la costa acantilada, presencia de cuevas de erosión en la base del acantilado, ausencia de vegetación, plataforma de abrasión (Fichas 3, 11, 12) y cicatrices decaídas de bloques.

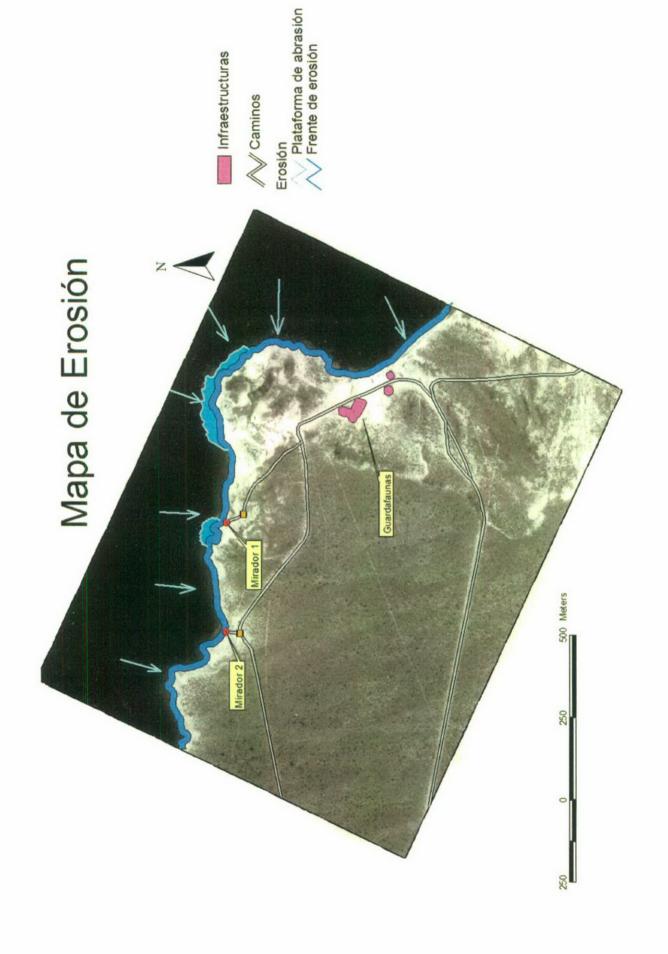
Los depósitos de playa ubicados en la base de los acantilados, especialmente al sur de la reserva, son considerados como material en transito, es decir, que no se va acumular en dichos frentes si no que su acumulación ocurrirá en las bahías. Por lo tanto estas playas no son consideradas como sitio de acreción.

Debido a que los lobos marinos probablemente elijan su asentamiento en sitios protegidos, es decir recostados a frentes de acantilados y áreas a las cuales no se puede acceder de la costa, es que para realizar su observación se han realizado miradores sobre los acantilados (Fichas 13, 14).

El mirador construido en la década del 70' se encuentra con su base en voladizo debido a la erosión y retroceso del acantilado (Fichas 15, 16).

Por su parte el mirador ubicado en las cercanías de la entrada a la reserva presenta una situación a futuro muy similar a la del otro mirador (Ficha 17).

Este mirador esta construido también sobre un acantilado activo y la distancia en la que se encuentra actualmente del borde del mismo es de menos de 1m (Ficha 18).



Análisis del mapa de riesgo

En la estimación de la peligrosidad se consideraron todos los factores mencionados en la metodología. Como se mencionó anteriormente se mapearon por separado cada uno de los factores y se los integró en un mapa final (Fig. 7). Con estos resultados se clasificaron diferentes zonas de acuerdo al grado de peligrosidad.

Peligrosidad muy baja

Este sector quedo expresado en los lugares donde la pendiente es muy baja y suave hacía el este-sureste. Se caracteriza por poseer un suelo fácilmente erosionable del tipo Torripsamentes y una cobertura vegetal arbustiva y achaparrada. Como consecuencia de la perdida de la cobertura vegetal es muy fácil de erodar tanto por el viento como por la acción antrópica e hídrica. Esta planicie como se menciono anteriormente se encuentra escalonada y en el escalón inferior se ha realizado la construcción de las viviendas, baños, confitería, museo etc,. Este sector se encuentra enmarcado bajo peligrosidad baja y su mayor riesgo esta relacionado con la acción hídrica y en forma muy intensa por la acción antrópica.

Peligrosidad baja a moderada

Las zonas así clasificadas se encuentra ubicadas en los sectores detrás de las construcciones de la entrada a la reserva. Dentro de esta delimitaciones el principal riesgo esta vinculado con la acción hídrica, que actúa en forma intermitente pero con efectos que se manifiestan en cada una de las precipitaciones. Esta acción hídrica se ve muy favorecida por la construcción del camino a los miradores y por el pequeño acantilado.

Peligrosidad alta

Este sector así clasificado se encuentra ubicado a lo largo de todo el borde acantilado del área de la Reserva Natural Punta Loma. El área delimitada como de alto riesgo es producto de la sumatoria de los diferentes factores como la pendiente, los cauces efímeros con acción retrocedente, la presencia

de roca firme de variada litología y a su vez con diferentes grados de litificación y la más importante en este caso la acción erosiva de mar.

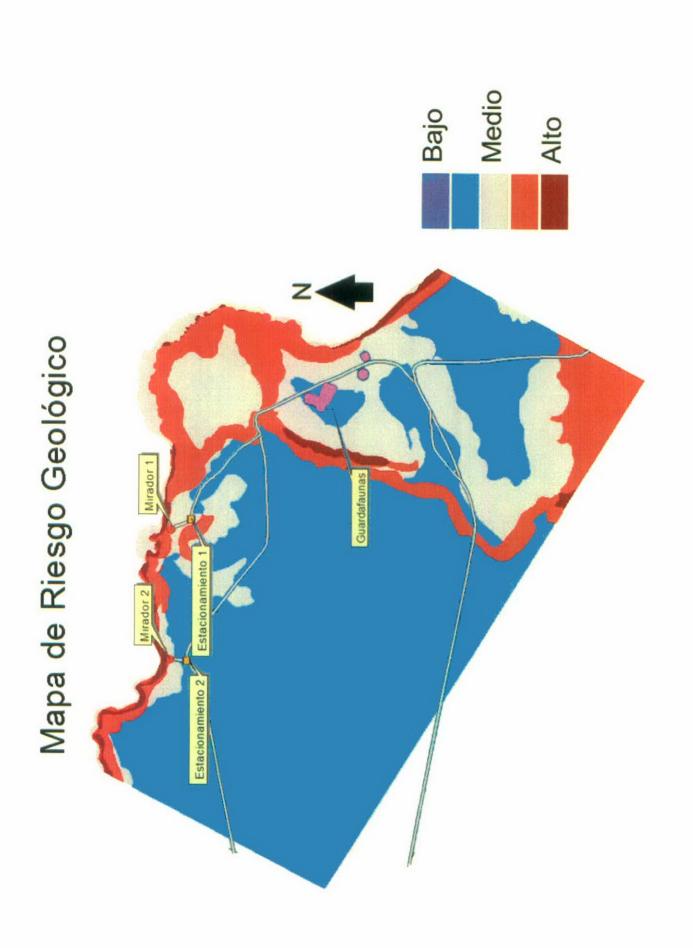
Si bien no hay restos de avalanchas sobre la roca, eso se debe a que el mar los erosiona y redeposita. Pero como se observa claramente en las fotos de las fichas de erosión marina y erosión mixta, La zona tiene formaciones de cuevas, paredes verticales y diaclasas múltiples.

Este frente erosivo afecta directamente a los Miradores 1 y 2; prueba de ello es que el Mirador 2 ya se encuentra en voladizo.

Recomendaciones

Debido a que la fauna de lobos marinos se encuentra asentada frente a los Miradores 1 y 2, los miradores no e pueden desplazar lateralmente. Por lo tanto se recomienda en base a las observaciones realizadas en diferentes puntos de la costa , retirar los miradores a una distancia mayor a 15m de la línea de acantilado.

Esta distancia se basa en los antecedentes de desprendimientos de rocas hasta el momento observados y medidos, ya que tienen una profundidad de hasta 7m siendo su promedio de 5m. En cambio el largo de los mismos es muy variable y la altura de los mismos depende en general de las filtraciones de agua y espesor de las arcillas.



Erosión Antrópica

Datos GPS: 42°48'32,8"S; 64° 55'21,8"W continuo nivelad		Fecha	N° de Registro	
		4/08/04	01	
		Clase de Peligro: erosión del suelo por el continuo nivelado del camino por las máquinas viales y aislamiento.		
Longitud Afectada		Pendiente		
150m			1°	
	E	rosión		
Vertical Lateral		Mixta		

120cm -

Roca: suelo arenoso

Frecuencia: -

Pérdidas Económicas: -

Daños Materiales: -

Observaciones: La flecha roja marca el lugar donde las pendientes opuestas del camino se unen formando una depresión por debajo del nivel original del suelo. En este sector luego de las precipitaciones se acumula agua que interrumpe el paso dejando algunas localidades aisladas momentanemante.



Erosión Hídrica

Lugar		Fecha	N° de Registro		
Área de construcciones de la Reserva natural Punta Loma,			4/08/04	02	
Datos GPS: 42°48′03,4"S; 64° 53′29,3"W Clase de		Clase de Pe	le Peligro: Incipiente erosión.		
Longitud Afectada			Pendiente		
30 m		30°			
	E	rosión			
Vertical	Lateral		Mixta		
X	-			-	
Page Politos de la Em Duar	to Madam				

Roca: Pelitas de la Fm. Puerto Madryn.

Frecuencia: luego de cada lluvia

Pérdidas Económicas: no calculadas

Daños Materiales: erosión del camino de acceso

Observaciones: La foto muestra las obras de desagüe que se deben realizar sistemáticamente debido a que las aguas de lluvia escurren en dirección a la casa del guardafauna y el acceso de entrada. .



Erosión Marina

Lugar		Fecha	N° de Registro		
Reserva natural Punta Loma Mirador 1 y 2		15/07/04	03		
Datos GPS: 42°48′47,4″S; 64° 53′43,9″W		Clase de Peligro: erosión de la costa de acantilados			
Longitud Afectada			Pendiente		
1000m		50 ° a 90°			
	E	rosión			
Vertical	Lateral		Mixta		
Х	×		-		

Roca: Pelitas de la Fm. Puerto Madryn.

Frecuencia: diaria

Pérdidas Económicas: no calculadas

Daños Materiales: erosión de las plataformas de los miradores

Observaciones: La foto fue tomada desde el mirador 1 en dirección N mostrando la extensa costa acantilada de la zona. La flecha roja marca las cuevas que se forman en la base del acantilado. Al flecha azul mara el sitio donde se encuentra ubicado el mirador 2. turistas.



Erosión Antrópica

Lugar		N° de Registro
Reserva natural Punta Loma, acceso a los miradores		04
	Peligro: erosión del suelo por el nivelado del camino por las máquinas	
	Pendien	te
	1°	
	Clase de l	Clase de Peligro: erosión continuo nivelado del camino viales Pendien

Erosión

Vertical	Lateral	Mixta				
120cm	-	-				

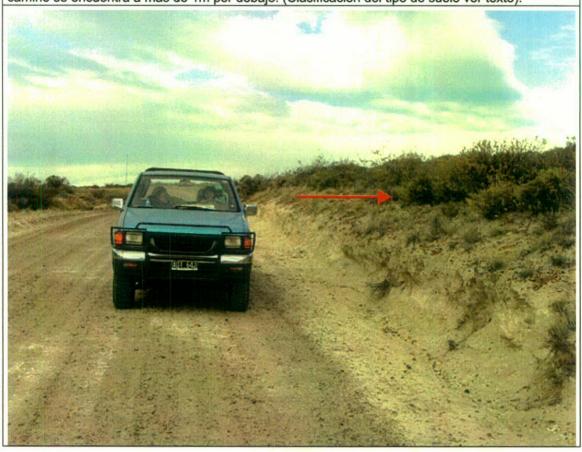
Roca: suelo arenoso

Frecuencia: -

Pérdidas Económicas: -

Daños Materiales: -

Observaciones: La flecha roja marca el nivel original del suelo. Actualmente el nivel del camino se encuentra a mas de 1m por debajo. (Clasificación del tipo de suelo ver texto).



	Lugar			
Área de construcciones de la Reserva natural Punta Loma,			05	
3'29,3"W	Clase de Pe	ligro: Incipier	nte erosión.	
Longitud Afectada		Pendiente		
10m		30°		
E	rosión			
Lat	eral		Mixta	
-			-	
	3′29,3″W		Clase de Peligro: Incipier Pendier 30° Erosión	

Roca: Pelitas de la Fm. Puerto Madryn.

Frecuencia: luego de cada lluvia

Pérdidas Económicas: no calculadas

Daños Materiales: futura erosión del camino de acceso por acción retrocedente de los cursos de agua.

Observaciones: La foto fue tomada desde la casa de los guardafaunas hacia la barda. Las flechas rojas marcan las incipientes cárcavas que se están formando detrás de las construcciones de la reserva.



Lugar			Fecha	N° de Registro
Reserva natural Punta Loma en cercanías al Mirador 1			4/08/04	06
Datos GPS: 42°48′48,4"S; 6	tos GPS: 42°48′48,4"S; 64° 53′43,1"W			del camino
Longitud Afectada		Pendiente		
240m		15°		
	E	rosión		
Vertical Lateral		teral	Mixta	
X	-			-

Roca: Pelitas de la Fm. Puerto Madryn.

Frecuencia: luego de cada lluvia

Pérdidas Económicas: no calculadas

Daños Materiales: erosión del camino de acceso por acción retrocedente de los cursos de aqua.

Observaciones: La foto fue tomada en dirección al camino y desde la costa. La flecha roja marca el derrumbe de la cabecera del cauce por la erosión retrocedente.



Lugar			Fecha	N° de Registro
Reserva natural Punta Loma, en cercanías al Mirador 1			4/08/04	07
Datos GPS: 42°48′48,4″S; 64° 53′43,1″W			eligro: erosión	del camino
Longitud Afectada		Pendiente		nte
240m		15°		
	E	rosión		
Vertical	Lateral			Mixta
X	-			-

Roca: Pelitas de la Fm. Puerto Madryn.

Frecuencia: luego de cada lluvia

Pérdidas Económicas: no calculadas

Daños Materiales: erosión del camino de acceso por acción retrocedente de los cursos de agua.

Observaciones: La foto fue tomada en dirección a la costa desde el camino de acceso. La flecha roja indica el sitio de mayor profundidad de la cárcava. Nótese el perfil del suelo y la vegetación arbustiva.



Lugar			N° de Registro	
ente al Mirado	r 1	15/07/04	08	
E 42 40 47 4 3 04 33 43 9 VV			de la cabeceras de	
Longitud Afectada		Pendiente		
40m		7°		
Е	rosión			
Vertical Lateral			Mixta	
-				
	° 53′43,9″W la E	cursos de a Erosión Lateral	Clase de Peligro: erosión cursos de agua efímeros Pendien 7º Erosión Lateral	

Roca: Pelitas de la Fm. Puerto Madryn.

Frecuencia: luego de cada lluvia

Pérdidas Económicas: -

Daños Materiales: -

Observaciones: La foto fue tomada desde el borde del acantilado en dirección a la cabecera de la erosión. La flecha roja indica el sitio done la erosión retrocente esta actuando indicando a su vez el retroceso del acantilado. Nótese como decrece la cobertura vegetal cerca del acantilado



Lugar	Fecha	N° de Registro		
Reserva natural Punta acceso al Mirador	15/07/04	09		
Datos GPS: 42°48′47,4"S; 64° 53′43,9"W		e Peligro: erosión	del camino	
Longitud Afectada		Pendiente		
130m		15°		
	Erosión			
Vertical	Lateral		Mixta	
X	-		-	

Roca: Pelitas de la Fm. Puerto Madryn.

Frecuencia: luego de cada lluvia

Pérdidas Económicas: no calculadas

Daños Materiales: erosión del camino de acceso por acción retrocedente de los cursos de aqua.

Observaciones: La foto fue tomada en dirección al camino de acceso. La flecha roja indica el sitio de mayor profundidad de la cárcava. Estos sectores son de mayor humedady mayor cobertura vegaetal



Lugar			Lugar Fecha N° de R			N° de Registro
Reserva natural Punta Loma Mirador 1 Estacionamiento			15/07/04	10		
Datos GPS: 42°48′47,4"S; 6	64° 53′43,9″W	Clase de Po	eligro: erosión o	del estacionamiento		
Longitud Afectada		Pendiente				
80m	80m		15°			
	E	rosión				
Vertical	Vertical Lateral			Mixta		
X	-			-		
D . D						

Roca: Pelitas de la Fm. Puerto Madryn.

Frecuencia: luego de cada lluvia

Pérdidas Económicas: no calculadas

Daños Materiales: erosión de los caminos de acceso

Observaciones: La foto fue tomada desde el mirador 1 en dirección al estacionamiento. Las flechas rojas marcan los sitios donde la erosión hídrica esta actuado en este momento. Este escurrimiento se produce por la falta total de vegaetación



Lugar Reserva natural Punta Loma		Fecha	N° de Registro
		15/07/04	
Datos GPS: 42°48′45,4″S; 64° 53′59,4″W	Afectada Pendiente		
Longitud Afectada			
1000m			
E	rosión		

Vertical Lateral Mixta

X X -

Roca: Las pelitas de la Fm. Puerto Madryn son sometidas y erosionadas por la acción de las olas.

Frecuencia: diaria

Pérdidas Económicas: -

Daños Materiales: erosión de la plataforma del mirador

Observaciones: La flecha roja indica el lugar donde se esta generando con mayor rapidez la erosión. Estas cuevas finalmente colapsan y generan el retroceso del acantilado. La foto fue tomada desde el Mirador 2.



Lugar		Fecha	N° de Registro						
Reserva natural Punta Loma		15/07/04	12						
Datos GPS: 42°48′45,4"S; 64° 53′59,4"W Longitud Afectada 1000m		Clase de Peligro: cuevas en la base del acantilado Pendiente 90°							
						E	rosión		
					Vertical	Lat	teral		Mixta

Roca: arcillas laminadas de la base del acantilado

Frecuencia: diaria

Pérdidas Económicas: -

Daños Materiales: erosión de la plataforma de los miradores

Observaciones: Las cuevas se generan como consecuencia de la erosión del mar. Estas cuevas con el tiempo se desploman provocando la caída de bloques de la parte alta del acantilado



Lugar			Fecha	N° de Registro
Reserva natural Punta Loma Mirador 1		15/07/04	13	
Datos GPS: 42°48′47,4"S; 6	4° 53′43,9″W	Clase de acantilados	Peligro: erosión	de la costa de
Longitud Afectada		Pendiente		
1000m		90°		
	E	rosión		
Vertical	Lateral			Mixta
X	×			_

Roca: Las pelitas de la Fm. Puerto Madryn son sometidas a constante procesos físicos de expansión y contracción provocando planos de debilidad.

Frecuencia: diaria

Pérdidas Económicas: -

Daños Materiales: erosión de la plataforma del mirador

Observaciones: Las flechas rojas marcan los bancos estratificados de la Fm. Puerto Madryn. La flecha azul muestra las diaclasas verticales. Nótese los escasos cm que separan el borde del acantilado y la precaria estructura de avistaje.



Lugar			N° de Registro	
Reserva natural Punta Loma			14	
4° 53′59,4″W	Clase de Po de avistaje	eligro: derrumb	pe de la `plataforma	
Longitud Afectada		Pendiente 90° sección inferior - 75° sección superior		
1000m				
E	rosión			
Lateral			Mixta	
X			-	
	E	de avistaje de avistaje 90° secc Erosión	de avistaje Pendien 90° sección inferior - 75° Erosión	

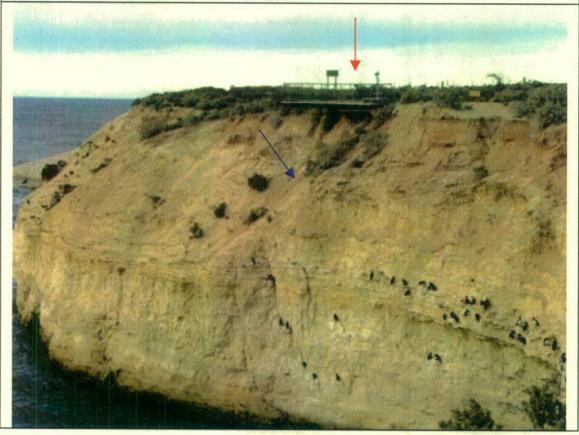
Roca: arcillas laminadas de la base del acantilado

Frecuencia: diaria

Pérdidas Económicas: -

Daños Materiales: erosión de la plataforma de los miradores

Observaciones: La flecha indica el lugar donde se encuentra el Mirador 2. Nótese lo abrupto del acantilado con una pendiente en el sector inferior de 90° y un leve cambio de pendiente en el tramo superior. También se pueden observar pequeñas cárcavas de erosión hídrica, marcando claramente e retroceso del acantilado.



Erosión Hídrica y Marina

Lugar		Fecha	N° de Registro	
Reserva natural Punta Loma		15/07/04	15	
Datos GPS: 42°48′45,4"S; 64°	53′59,4″W	Clase de Peligro: derrumbe de la `plataforma de avistaje		
Longitud Afectada		Pendiente		
9m		90° sección inferior - 75° sección superior		sección superior
	Е	rosión		
Vertical	Lat	teral		Mixta

X X Roca: la plataforma se encuentra asentada sedimentos arenosos no consolidados de fácil

Frecuencia: luego de cada lluvia

Pérdidas Económicas: -

erosión

Daños Materiales: erosión de la plataforma del mirador

Observaciones: La flecha roja indica el lugar donde se encuentra el Mirador 2. La flecha en azul marca la erosión hídrica que se produce por el escurrimiento del agua acumulada en la plataforma. La plataforma se encuentra 1,5 m en voladizo.



Erosión Hídrica y Marina

Lugar		Fecha	N° de Registro
Reserva natural Punta Loma		15/07/04	16
Datos GPS: 42°48′45,4"S; 64° 53′59,4"W	Clase de Peligro: erosión de la plataforma Pendiente		
Longitud Afectada			
9m	90° sección inferior - 75° sección superior		

Erosión

Vertical	Lateral	Mixta	
X	X		

Roca: la plataforma se encuentra asentada sedimentos arenosos no consolidados de fácil erosión. Las vigas a su vez, se encuentra empotradas en cemento en avanzado estado de erosión

Frecuencia: luego de cada lluvia

Pérdidas Económicas: -

Daños Materiales: erosión de la plataforma del mirador

Observaciones: La flecha roja indica el lugar donde se esta generando la erosión. En este sector falta el cemento que cubría las vigas.



Lugar		Fecha	N° de Registro	
Reserva natural Punta Loma		15/07/04	17	
Datos GPS: 42°48′47,4″S; 64° 53′43,9″W	Clase de Peligro: erosión de la costa de acantilados			
Longitud Afectada	Pendiente 90° sección inferior - 75° sección superior			
1000m				
E	rosión	-		

Vertical	Lateral	Mixta
X	X	•

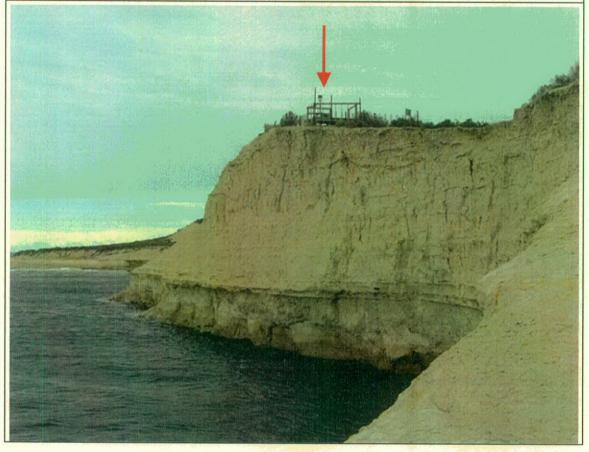
Roca: Las pelitas de la Fm. Puerto Madryn son sometidas y erosionadas por la acción de las olas.

Frecuencia: diaria

Pérdidas Económicas: -

Daños Materiales: erosión de la plataforma del mirador

Observaciones: La flecha roja indica el lugar donde se encuentra ubicado el Mirador 1. Actualmente este Mirador se encuentra a 0,90 m del borde el acantilado.



Lugar		Fecha	N° de Registro	
Reserva natural Punta Loma Mirador 1		15/07/04	18	
acantilados		Peligro: erosión	de la costa de	
Longitud Afectada		Pendiente		
1000m		90°		
	E	rosión		
Vertical	Lat	eral		Mixta
X	X			-

Roca: Pelitas de la Fm. Puerto Madryn.

Frecuencia: diaria

Pérdidas Económicas: no calculadas

Daños Materiales: erosión de la plataforma del mirador

Observaciones: Las flechas rojas marcan el borde del acantilado y el quiebre de pendiente hacía la plataforma de avistaje. Nótese los escasos cm que separan el borde del acantilado y el alambrado hasta donde se acercan los turistas.



ESTUDIO DE RIESGO GEOLÓGICO EN LA FUTURA RESERVA NATURAL PUNTA LEÓN

Punta León

Punta León

Punta León se encuentra en este momentos en los inicios de los estudios de un plan de manejo integral, que llevaran acabo en forma conjunta la Dirección de Turismo de la ciudad de Rawson y la Secretaría de Turismo de la Provincia de Chubut. En tal sentido, los aportes brindados por este trabajo brindarán para estas entidades una base de datos iniciales de vital importancia.

Esta localidad se encuentra ubicada a 50km aproximadamente al norte de la ciudad de Rawson Capital de la Provincia de Chubut y a 70 km de la ciudad de Puerto Madryn (Fig. 8). Al área se accede luego de pasar por el Pto. de la Ea. Bahía Craker que hasta hace una década pertenecía a la Ea. El Pedral. Desde el puesto se debe costear un camino que bordea un alambrado (Ficha19) que actualmente es solamente una huella que en muchas partes se ve cortado por acumulación de agua en las depresiones, o bien, por arroyos efímeros cuando llueve.

El área relevada es de aproximadamente 10 Km² distribuidos básicamente desde Punta León hasta 5 km al norte, es decir, hasta el lugar de mayor concentración de fauna costera (Fig. 9).

Esta localidad al igual que las otras fue analizada en base a la metodología anteriormente descripta.

Para el estudio de este sector también se aplico el método propuesto por la OEA.

Mapa de pendientes

Si bien el área presenta dos pendientes claramente definidas, las pendientes de menor inclinación a su vez fueron diferenciadas en dos, debido a que las mismas corresponden a rasgos geomorfológicos diferentes (Fig. 10).

Una de ellas y las mas desarrollada en el área, corresponde a rasgos geomorfológicos desarrollados en ambiente continental y dominados por los agentes fluviales y eólicos. En cambio la otra está representada sobre la línea de costa y sus geomorfologías obedecen a los agentes litorales como deriva litoral o corriente litoral.

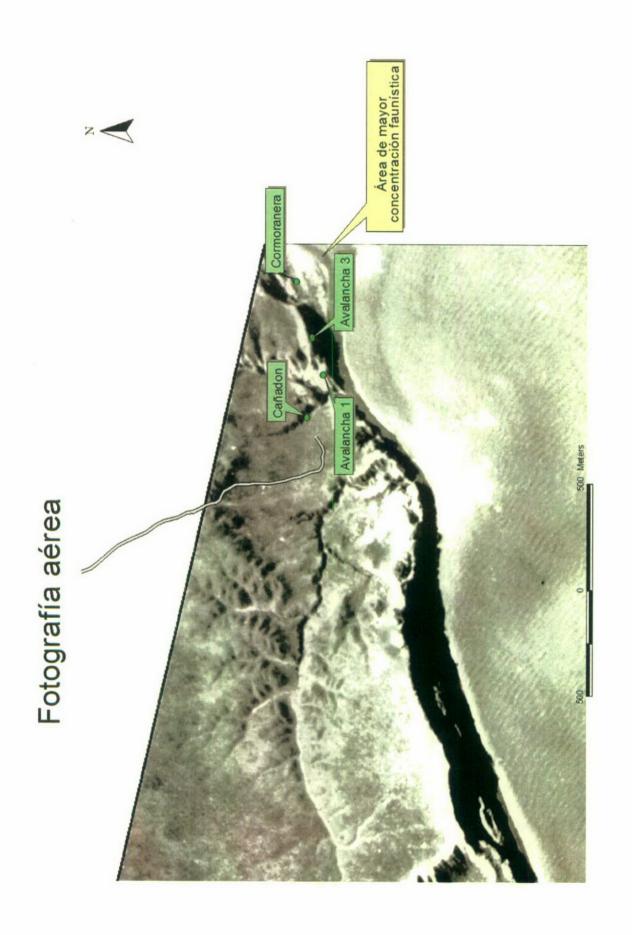
La pendiente llana continental, tiene una pendiente que varía entre los 2º y 10º y con un buzamiento general NE 45º pero esta pendiente sufre un cambio direccional muy abrupto en cercanías al mar para virar a SE (ver cauce principal en el mapa de humedales).

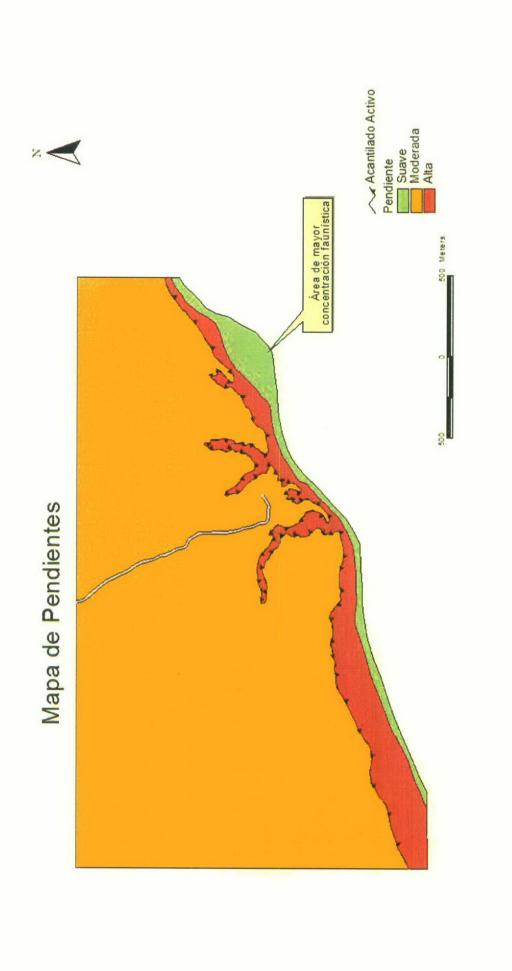
La pendiente llana litoral, tiene una pendiente < 2º y su buzamiento es E. Esta pendiente esta conformada por acumulaciones generadas por el la corriente litoral y por la acción de las olas.

Abrupta: esta pendiente se ubica a lo largo de la costa con pendientes que varían entre 70° y 85°generando una caída entre 50 y 85 m de altura (Ficha 20). El perfil de estos acantilados activos muestra un cambio de pendiente en los 10 a 20m del tope. Esta zona de cambio o biselado, se ubica en una situación de equilibrio o reposos de los sedimentos no consolidados. Estos sedimentos bien pueden ser generados por meteorización de la roca infrayacentes o bien pertenecer a sedimentos correspondientes a la Fm Rodados Tehuelches.

A lo largo de la costa y sobre la base de los acantilados es decir sobre pendientes mayores a 70°, se ubican una serie de deslizamientos con pendientes entre 30° y 60° (Fichas 21, 22, 23). Estos valores de pendiente no han sido diferenciados debido a que el tamaño de los deslizamientos no permitían tener resolución en la escala del presente trabajo.

Este fenómeno de pendientes abruptas asociadas a deslizamientos se han registrados desde Punta León hasta Punta Ninfas, distante aproximadamente 30 Km al norte de la localidad de trabajo (observaciones personales).





Mapa Litológico y deslizamientos

En la zona se han encontrado roca consolidada y 3 tipos de sedimentos no consolidados (Fig. 11).

La roca firme (Formación Puerto Madryn) tiene una estratificación horizontal y una litología que se compone de arenas finas a gruesas de color gris y amarillo claro en el sector superior, con intercalaciones de bancos de conchillas fósiles. Una característica muy importantes a tener en cuenta, es la diferencia en la cementación entre las arenas y las arcillas. Las arenas son sumamente friables, es decir, se disgregan con mucha facilidad a diferencia de las arcillas que son muy compactas. Esta diferencia hace que las arenas sean menos resistentes a la erosión y como consecuencia se genera en el acantilado resaltos de cornisas de material mas resistente.

La sección inferior (entre 15 y 20m de potencia) se compone básicamente de material fino como arcillas y limolitas de color verde claro. Estas arcillas y limolitas presentan una laminación muy fina, intercalaciones ondulíticas e intensa bioturbación con restos de fósiles de invertebrados aislados.

Esta roca firme presenta una cobertura de sedimentos de arena fina de origen eólico de hasta 50 cm de espesor. A su vez la cobertura arenosa se encuentra edafizada en los primeros 20cm.

Otro tipo de sedimentos no consolidados son los depósitos originados como consecuencia de los deslizamientos. Se trata de sedimentos finos de tamaño arena que además incluyen bloques de hasta 4m (Ficha21). Los deslizamientos se originaron a partir del material que compone el acantilado y la cicatriz del desprendimiento de roca se encuentra a 15 m de altura (Fichas 21, 22, 23). Se debe aclarar que también se registro un deslizamiento como bloque rotado (Ficha 23), es decir, mantiene en líneas generales la roca firme pero tanto en la base como en la espalda del mismo, se encuentra separado del acantilado por materia no consolidado muy triturado debido a la presión y rozamiento entre las rocas.

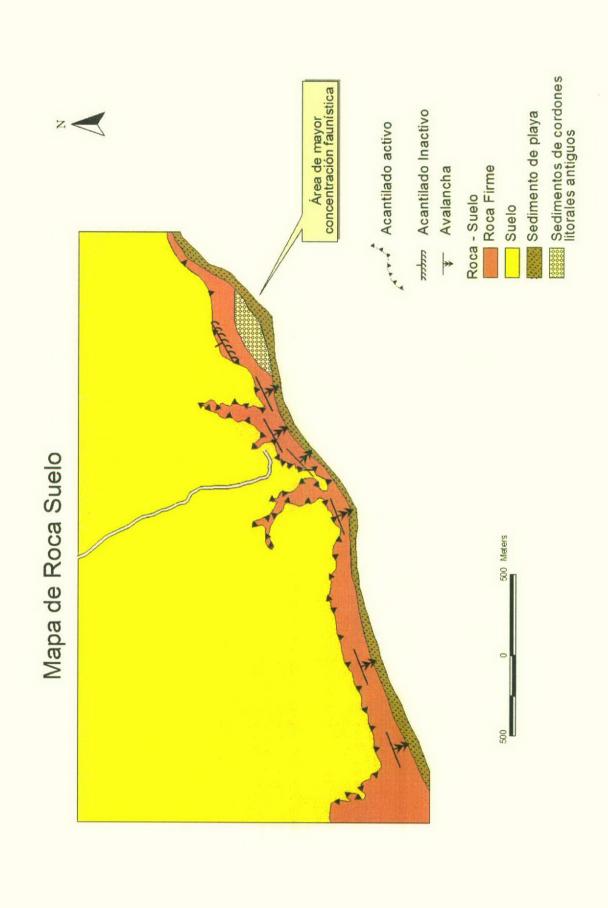
Como ya se menciono el cuerpo principal de los deslizamientos se encuentra apoyado sobre el acantilado y la zona de acumulación se ubica directamente sobre la playa (ver mapa de roça firme). La superficie de separación o arranque, es muy clara en el sector de la cima como así también en el sector

del pie de la superficie de ruptura (Fichas 21, 22, 23). La zona distal o pie de los deslizamientos esta siendo erosionada por la acción marina (Ficha 22). Se han contabilizado 2 deslizamientos muy recientes (Ficha 21, 23) y un sector de deslizamientos mas antiguos (Ficha 22). En los primeros se observa claramente que su base o pie no ha sido erosionada totalmente, si bien la marea y las olas los comenzaron a afectar. Estos deslizamientos se pudieron dimensionar perfectamente y habrían desplazado material por el orden de los 500m³, la base sería de 15m de largo por 10m de altura y 3m de profundidad. Ambos deslizamientos tienen la línea de despegue o cicatriz a la misma altura y coincide también con la altura de cicatriz de los deslizamientos mas antiguos. A su vez esta altura de despegue coincide con las zona de línea de filtración de agua en el acantilado (ver Ficha 24).

Como sedimentos no consolidados también están los depósitos de playa, que se componen de clastos gruesos polimícticos de hasta 13 cm. Estas mismas características sedimentológicas presentan los antiguos cordones litorales adosados al acantilado (Fig. 11). El material de playa en este momentos se encuentra en tránsito (Islas y Bujalesky, 1995) y sobre estos depósitos permanecen durante su estadía la fauna marina.

Al igual que en gran parte de Península de Valdés, el área de Punta León, presenta una cubierta arenosa de origen eólico edafizada y muy friable por lo tanto fácilmente erosionable. Aquí también los suelos presentan

un moderado a bajo grado de desarrollo pedogenético. Rostagno (1980) reconoció para el área, suelos tipo Torripsament que son poco profundos con una vegetación muy rala, el material original es heredado de la roca terciaria y con una cobertura de arena eólica.



Mapa Hidrológico y de Humedales

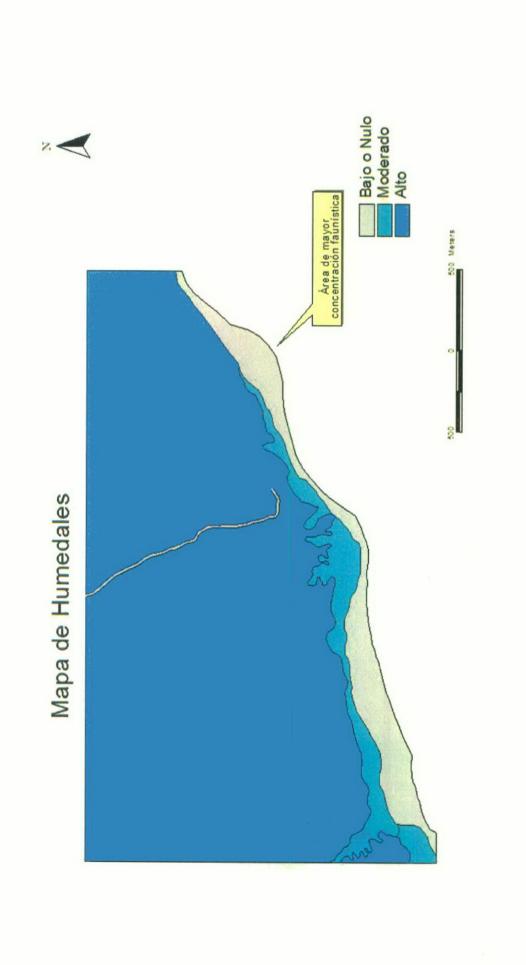
Para el mapeo de humedales se trabajo con la vegetación basándonos en la asociación y altura de las mismas y con las fotos aéreas para localizar los cauces de los arroyos.

Este método de trabajo a permitido reconocer tres áreas (Fig. 12). Los cauces efímeros que drenan hacía el mar son los sectores de mayor humedad, como se observa en la foto área (Fig. 9) Los arroyos tienen un diseño dendrítico en las cabeceras de los mismo y a medida que avanzan en su recorrido al mar se transforman en rectos con una imponente erosión vertical (Ficha 25). De esta manera se pueden observar cañadones con cárcavas de mas de 100m de profundidad (Ficha 26). Como producto de la erosión vertical y resistencia de algunos bancos portadores de fósiles, especialmente *Ostrea Patagonica sp*, se han formado escalones o resaltos de mas de 6m de altura (Ficha 27).

Como se menciono con anterioridad, el sector donde se generan los derrumbes en la costa, también tienen una alta concentración de humedad, y esto es consecuencia de las surgentes de agua que viene en forma subterránea y que afloran en el acantilado a lo largo del plano de estratificación (Ficha 24). El nivel inferior de concentración de humedad se encuentra a 15 m de altura y aflora sobre arcillas laminadas que en diferentes sectores además son generadoras de cornisas.

La planicie mesetiforme compone desde el punto de vista del humedal una sola área. El área corresponde a la unidad de vegetación Estepa Arbustiva de *Schinus polygamus* y *Lycium chilense* con una cobertura del 20% y el estrato Subarbustivo corresponde a *Stipa tenuis* con una cobertura del 20% (Bertiller et al., 1980).

Finalmente el sector de menor humedad esta ubicado sobre los depósitos de playa.



Mapa de erosión y acumulación marina

La costa patagónica presenta una dinámica marina muy importante y debido a esto, ha sido objeto de muchos trabajos científicos que tratan de comprender estos constantes cambios (Codignotto y kokot,1988; Codignotto, kokot y Monti, 1993; Kokot, 1999; Monti, 1997, 1999).

En Punta León se han podido registra dos procesos de erosión de diferentes edades y un procesos de acumulación (Fig. 13).

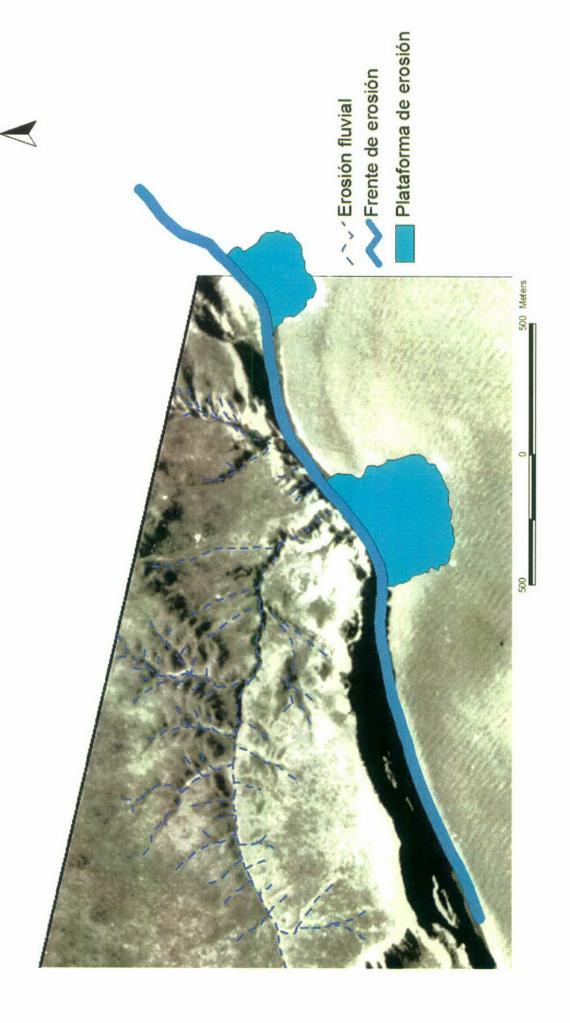
El procesos de erosión mas antiguo se registró en la zona de interés turístico, es decir en el sector donde se produce el asentamientos de aves y mamíferos marinos (ver mapa de erosión y acumulación marina). El acantilado ubicado en ese sector presenta una antigua y fuerte erosión marina probablemente durante un período de mar alto e incluso mayor que el actual. En su retirada o caída del NM fue dejando una acumulación de sedimentos litorales en forma de cordones (ver mapa de erosión y acumulación marina). De esta manera se genero adosado al "paleoacantilado" una planicie que actualmente tienen 2 hectáreas y es donde anidan especies marinas como cormoranes (imperial y bigua) gaviotas y gaviotines. Luego de este período de estabilización de la cota del NM, le siguió un ascenso del NM (actual) que esta erosionando no solo a los acantilados si no también a estos depósitos litorales. Esta erosión se manifiesta por presentar una costa acantilada de mas de 80m en algunos sectores, si no que también, por la generación de un nuevo acantilado bajo, producto de la erosión de los cordones litorales (Fichas 28, 29). Otra evidencia clara de que este sector esta siendo erosionado es la plataforma de abrasión de olas ubicada en el mismo sitio (Ficha 30). Esta plataforma cuya litología responde a los sedimentos de la Formación Puerto Madryn, diariamente esta sometida a procesos erosivos subácuos y subaéreos.

Otra evidencia del avance del mar se registra en la acumulación de desechos arrojados por los barcos al mar y hallados dentro de las cárcavas fluviales (Ficha 31). Si bien este ingreso se produce probablemente durante mareas extraordinarias o fuertes tormentas (no debemos olvidar que estamos en zona de mar abierto) esta ingresa en algunos casos hasta 20m ayudando a la erosión hídrica y afectando estas cárcavas en forma mixta.

Otro de los indicadores de que la zona se encuentra en retroceso son la abrupta pendiente de los acantilados, la ausencia de vegetación en los acantilados (indica la falta de tiempo para la formación de suelos) y la erosión de la base de los deslizamientos por las olas,

Por lo tanto de este trabajo se desprende que existen numerosas evidencias directas que indican que actualmente hay un fuerte proceso erosivo, es decir, un franco retroceso del acantilado de la zona de Punta León.

Mapa de Erosión



Análisis del mapa de riesgo

Peligrosidad baja

El área queda comprendida en el sector de la planicie mestiforme (Fig. 14) se caracteriza por una pendiente suave geoformas originadas por la acción fluvial y en menor medida eólica.

Presenta problemas en épocas de lluvias donde los cortes de la huella son comunes debido a los numerosos arroyos efímeros (Fichas 32, 33).

Peligrosidad alta

Este sector así clasificado se encuentra ubicado a lo largo del frente del acantilado de Punta León (Fig. 14).

El área así delimitada como de alto riesgo es producto de la sumatoria de los diferentes factores como la pendiente, los valores altos de humedad, la presencia de roca firme de variada litología y a su vez con diferentes grados de litificación y la importante acción marina. Todo esto evidenciado por un frente de deslizamientos activos.

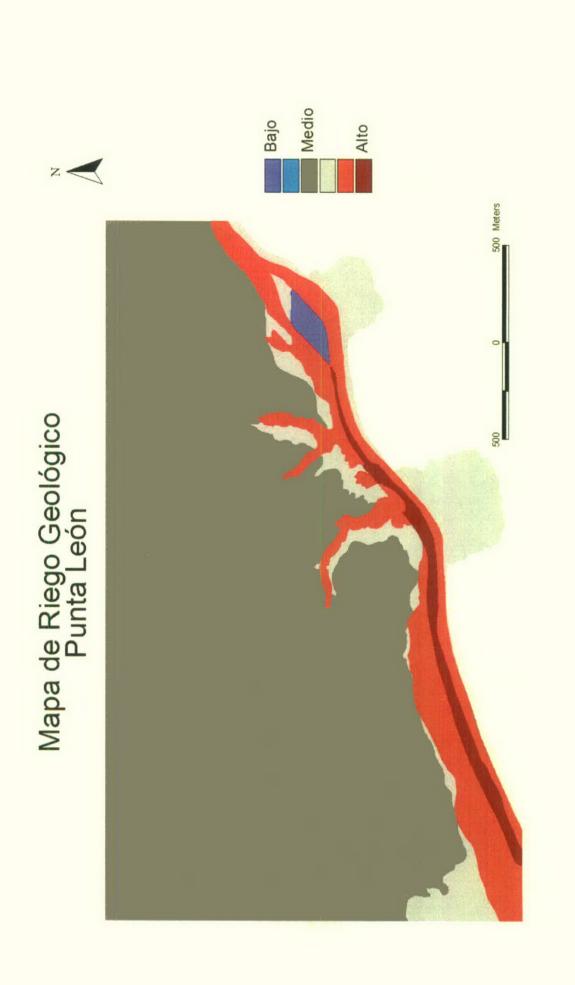
Las avalanchas son repetitivas y contemporáneas, y deben ocurrir con una alta velocidad de desplazamiento considerando los valores de pendiente del acantilado y el corto trayecto del movimiento.

Como se expreso anteriormente una vez asentadas las avalanchas, el mar se encarga de erosionar la base de las mismas. Este hecho puede tener como consecuencia que los depósitos vuelvan a asentarse sobre la playa, debido al peso y a la fuerza de la gravedad.

Del mapa de riesgo y de las observaciones de campo, se desprende que pueden ocurrir deslizamientos al sur y al norte del sitio de asentamiento de la fauna litoral. En este sector precisamente el antiguo acantilado no se encuentra afectado por la erosión marina debido a que cuenta con la protección de los cordones litorales, ero se encuentra afectado por un proceso incipiente erosión hídrica debido al carácter de retroceso general de la costa (Fichas 34, 35).

Por lo observado en el área, y la experiencia de otros trabajos en la costa (ver Informes al CFI parte I) los deslizamientos en general no superan los 8m de profundidad, en cambio su altura y su largo es muy variable. Por lo tanto para

diseñar el mapa de riesgo se planteó una zona "buffer" de 20m de profundidad como sector de mayor riesgo, es decir, paralela a la línea de costa afectada por la erosión.



Recomendaciones

Dada la alta posibilidad que los deslizamientos y las caídas de bloques sigan ocurriendo, se recomienda la no utilización como sitio para la construcción de miradores o edificios la zona comprendida entre Punta León y el sitio de asentamiento faunístico.

Debido que el acceso a la costa es muy difícil debido a la alta pendiente, altura de los acantilados y que dicha costa se encuentra en franco retroceso, se recomienda que los lugares para las instalaciones y miradores se ubiquen sobre la meseta ubicada detrás del acantilado inactivo.

También se recomienda que este sector sea monitoreado en intervalos cortos tanto por la erosión marina, como así también, por la erosión hídrica instalada y fuertemente desarrollada en la zona.

-	Clase de perdida de ofundidad 0,2, Frosión Lateral	profundizado ya truirse un camin ado.	Mixta - Mixta - que no hay no mejor, se debe se encuentra en
Vertical X Roca: suelo arenoso Daños: impacto visual del medio ambiente Efectos Indirectos: Por el moemnto el conivelización por máquinas viales. En caso de tener presente rellenar por encima del nivel conivelización por máquinas viales. En caso de tener presente rellenar por encima del nivel conivelización por máquinas viales. En caso de tener presente rellenar por encima del nivel conivelización por máquinas viales. En caso de tener presente rellenar por encima del nivel conivelización por máquinas viales. En caso de tener presente rellenar por encima del nivel conivel	perdida de ofundidad 0,2, irosión Lateral	profundizado ya truirse un caminado.	Mixta - Mixta - que no hay no mejor, se debe se encuentra en
Vertical X Roca: suelo arenoso Daños: impacto visual del medio ambiente Efectos Indirectos: Por el moemnto el conivelización por máquinas viales. En caso de tener presente rellenar por encima del nivel conivelización por máquinas viales. En caso de tener presente rellenar por encima del nivel conivelización por máquinas viales. En caso de tener presente rellenar por encima del nivel coniversita del nivel coniversita del nivel conice de servaciones. En la foto se puede ver conice de servaciones de servacione	o,2, irosión Lateral - amino no se ha la tener que considel suelo vegaet que el camino de	profundizado ya truirse un camin ado.	- Mixta - que no hay no mejor, se debe se encuentra en
Vertical X Roca: suelo arenoso Daños: impacto visual del medio ambiente Efectos Indirectos: Por el moemnto el conivelización por máquinas viales. En caso de tener presente rellenar por encima del nivel conivelización por máquinas viales. En caso de tener presente rellenar por encima del nivel con mal estdo. También se puede observar que no se encue	amino no se ha e tener que considel suelo vegaet que el camino de	truirse un camin ado. acceso actual s	que no hay no mejor, se debe se encuentra en
Vertical X Roca: suelo arenoso Daños: impacto visual del medio ambiente Efectos Indirectos: Por el moemnto el conivelización por máquinas viales. En caso de tener presente rellenar por encima del nivel conivelización por máquinas viales. En caso de tener presente rellenar por encima del nivel con mal estdo. También se puede observar que no se encue	amino no se ha le tener que considel suelo vegaet que el camino de	truirse un camin ado. acceso actual s	que no hay no mejor, se debe se encuentra en
Roca: suelo arenoso Daños: impacto visual del medio ambiente Efectos Indirectos: Por el moemnto el conivelización por máquinas viales. En caso de ener presente rellenar por encima del nivel o Dbservaciones: En la foto se puede ver o mal estdo. También se puede observar que no se encue	amino no se ha e tener que cons del suelo vegaet que el camino de	truirse un camin ado. acceso actual s	que no hay no mejor, se debe se encuentra en
Roca: suelo arenoso Daños: impacto visual del medio ambiente Efectos Indirectos: Por el moemnto el conivelización por máquinas viales. En caso de tener presente rellenar por encima del nivel coniversita del nivel con coniversita del nivel con conservaciones: En la foto se puede ver con mal estdo. También se puede observar que no se encue	amino no se ha e tener que cons del suelo vegaet que el camino de	truirse un camin ado. acceso actual s	se encuentra en
Daños: impacto visual del medio ambiente Efectos Indirectos: Por el moemnto el conivelización por máquinas viales. En caso de tener presente rellenar por encima del nivel o Observaciones: En la foto se puede ver o mal estdo. También se puede observar que no se encue	tener que cons del suelo vegaet que el camino de	truirse un camin ado. acceso actual s	se encuentra en
Efectos Indirectos: Por el moemnto el canivelización por máquinas viales. En caso de ener presente rellenar por encima del nivel do Dbservaciones: En la foto se puede ver o mal estdo. También se puede observar que no se encue	tener que cons del suelo vegaet que el camino de	truirse un camin ado. acceso actual s	se encuentra en
Efectos Indirectos: Por el moemnto el canivelización por máquinas viales. En caso de ener presente rellenar por encima del nivel do Dbservaciones: En la foto se puede ver o mal estdo. También se puede observar que no se encue	tener que cons del suelo vegaet que el camino de	truirse un camin ado. acceso actual s	se encuentra en
Efectos Indirectos: Por el moemnto el canivelización por máquinas viales. En caso de tener presente rellenar por encima del nivel do Observaciones: En la foto se puede ver o mal estdo. También se puede observar que no se encue	tener que cons del suelo vegaet que el camino de	truirse un camin ado. acceso actual s	se encuentra en
nivelización por máquinas viales. En caso de lener presente rellenar por encima del nivel de Observaciones: En la foto se puede ver de mal estdo. Lambién se puede observar que no se encue	tener que cons del suelo vegaet que el camino de	truirse un camin ado. acceso actual s	no mejor, se debe se encuentra en
nivelización por máquinas viales. En caso de ener presente rellenar por encima del nivel de Dbservaciones: En la foto se puede ver de mal estdo. Lambién se puede observar que no se encue	tener que cons del suelo vegaet que el camino de	truirse un camin ado. acceso actual s	no mejor, se debe se encuentra en
tener presente rellenar por encima del nivel de Observaciones: En la foto se puede ver de mal estdo. También se puede observar que no se encue	del suelo vegaet que el camino de	ado. e acceso actual s	se encuentra en
mal estdo. También se puede observar que no se encu			
	entra muy por de	ebajo de la cota	actual de suelo
对些公司是一位不是对对国际政务			
	THE REAL PROPERTY.		
		POLICE STATE	
			AND THE

a	N° de Registro	
04	20	
eligro:		
dien	te	
-		
	Mixta	
	-	

Roca: sedimentos finos de la Formación Puerto Madryn

Frecuencia: diaria, pero con mayor efectos en las mareas extraordinarias

Pérdidas Económicas: -

Daños Materiales: -

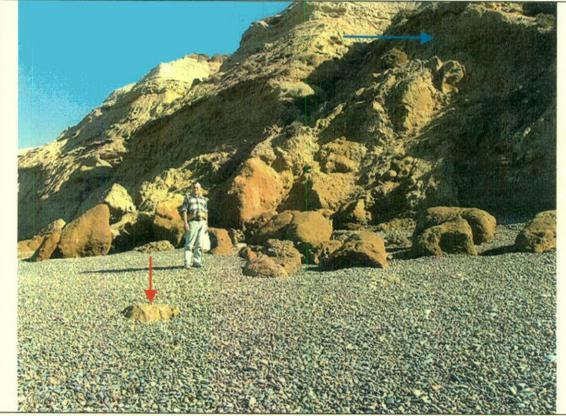
Observaciones: La foto muestra un aspecto general de la erosión marina, donde se puede apreciar el acantilado sin vegetación y la plataforma de abrasión (flecha).



Avalancha de Roca

Lugar			Fecha	N° de Registro	
P	Punta León sobre la costa		20/08/04	21	
Datos GPS: -43°0	3′953 S; 64° 27′ 986" W	Clase de Pel	ligro: aval	ancha sobre la	
	F	ROCA			
Consolida	nda Poco C	Poco Consolidada		No consolidada	
х				-	
	LIT	OLOGÍA			
	The second secon	olitas y coquinas		25	
Fallas		UCTURAS	_	04	
ralias		clasas		Otras	
•	m	últiples		•	
		Diaclasas		Datos	
	ve	erticales	E	Entre 65° y 90°	
PENDIENTE	VOL DESPLAZADO	SUPERFICIE		DISTANCIA	
90°	450m ³	-		10m	
	TIPO D	E EROSIÓN			
	n	narina			
Daños Materiale	es:				
Observaciones:					

en rojo la dirección marca la distancia máxima de recorrido de los bloques.

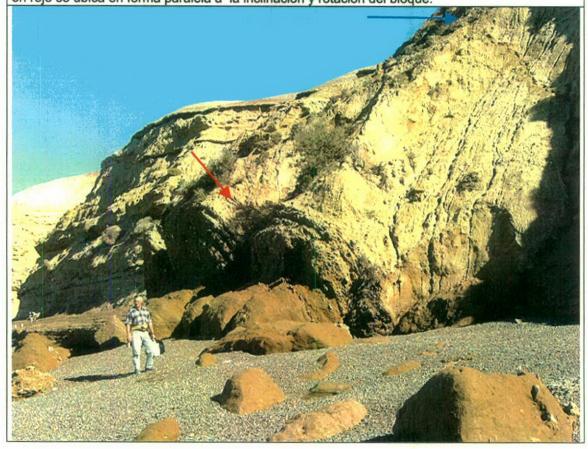


	Lug	jar		Fecha	N° de Registro
Pu	ınta León s	obre la costa		20/08/04	22
Datos GPS: -43°0	3'898 S; 64	° 27′ 749" W	Clase de P	eligro: ava	alancha sobre la costa
		RO	CA		
Consolida	da	Poco Cor	nsolidada	N	lo consolidada
x					
		LITOI	.OGÍA		
		Arcillas, limoli	tas y coquinas	3	1
		ESTRUC	CTURAS		
Fallas			lasas		Otras
-		múlt	iples		-
Datos Fall	as	Datos D	iaclasas		Datos
-		verti	cales		
PENDIENTE	VOL I	DESPLAZADO	SUPERFIC	IE	DISTANCIA
90°		5000 m ³	-		10m
		TIPO DE	EROSIÓN		
	La base de	e la ava <mark>lancha ha</mark>	sido erosiona	da por el m	ar
Daños Materiale	s:				
Observaciones: l en rojo se ubica en l avalanchas múltiples	ímite sur. E	zul indica el sitio d Il límite norte se h	de donde se de alla fuera de la	esprendio la a foto. Prob	a avalancha. La flecha ablemente se trate de
mad had a second					

Avalancha de Roca

	ta León sobre la costa			
Datos GPS: -43°03′			20/08/04	23
	Datos GPS: -43°03′953 S; 64° 27′ 986" W Clase de			ancha sobre la costa
	R	OCA		
Consolidad	a Poco C	onsolidada	No	consolidada
х				
	LITC	LOGÍA		
	Arcillas, limo	olitas y coquinas		
	ESTRU	JCTURAS		
Fallas	Dia	clasas		Otras
-	mu	últiples		-
Datos Falla	s Datos	Diaclasas		Datos
-	ve	rticales		
PENDIENTE	VOL DESPLAZADO	SUPERFICIE	E C	DISTANCIA
90°	500 m ³	-		10m
	TIPO DI	EROSIÓN		
	m	arina		
Daños Materiales:	_			

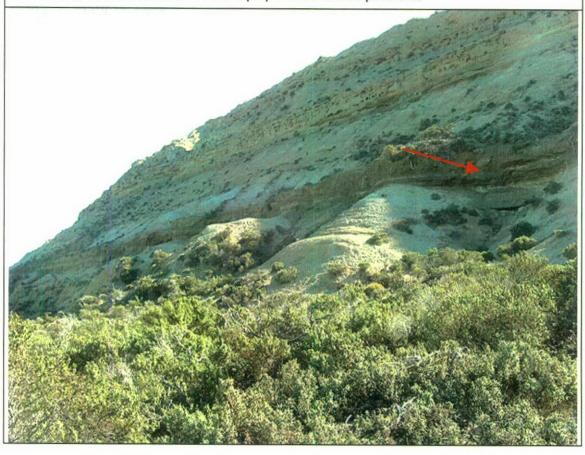
Observaciones: La flecha azul indica el sitio de donde se desprendio la avalancah. La flecha en rojo se ubica en forma paralela a la inclinación y rotación del bloque.



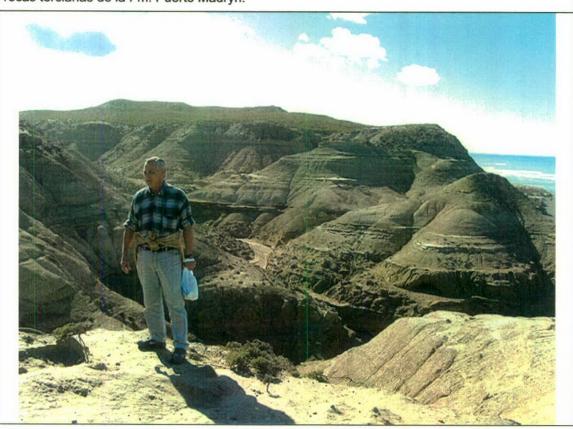
Lugar			Fecha	N° de Registro	
Punta León			13/08/04	24	
Datos GPS: 43° 03′783"S; 64° 28′ 308 W Clase d			le Peligro: erosión hídrica		
	Cu	enca			
Area (m²)			Diseño		
			_		
Longitud Afectada Profe		ındidad	P	endiente	
A lo largo de todo la costa		_		_	
	Ere	osión	•		
Vertical	La	teral		Mixta	
_		-			
Roca: Fm. Puerto Madryn					
Frecuencia: luego de cada lluvia	1				
Pérdidas Económicas_					
Daños Materiales:					
Efectos Indirectos: provoca la	saturación o	le las arcillas	generando una s	uperficie de	

Efectos Indirectos: provoca la saturación de las arcillas generando una superficie de despegue.

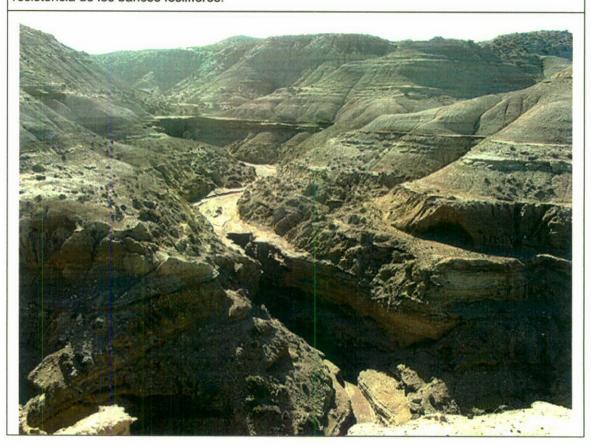
Observaciones: La flecha marca la pequeña la zona de filtración de agua. Nótese que la misma también esta relacionada con un pequeño cambio de pendiente



Lugar			Fecha	N° de Registro	
Punta León			19/08/04	25	
Datos GPS: 43° 03′137"S; 64° 28	137 W	Clase de Peligro: erosión hídrica retrocedente			
	Cu	enca			
Area (m²)			Diseño		
-		recto			
Longitud Afectada	Prof	undidad	P	endiente	
1,5 Km	Mas	de 70 m		4°	
	Ere	osión			
Vertical	La	teral		Mixta	
X		-			
Roca: Fm. Puerto Madryn					
Frecuencia: luego de cada lluvia					
Pérdidas Económicas:					
Daños Materiales:					
Efectos Indirectos:					
Observaciones: La erosión hídri rocas terciarias de la Fm. Puerto Ma		ado imponent	tes cañadones la	brados sobre las	
The same of the sa					



Lugar			Fecha	N° de Registro		
Punta León			19/08/04	26		
Datos GPS: 43° 03′137"S; 64° 2	8′ 137 W		Clase de Peligro: erosión hídrica retrocedente			
	Cu	enca				
Area (m²)		Diseño)			
-		recto				
Longitud Afectada Profe		undidad	P	endiente		
		de 70 m		4°		
1	Ere	osión	-			
Vertical	La	teral		Mixta		
X		-				
Roca: Fm. Puerto Madryn			-			
Frecuencia: luego de cada lluvi	а					
Pérdidas Económicas:						
Daños Materiales:						
Efectos Indirectos:						
Observaciones: en la foto se p		r los saltos o	escalones produc	cto de la		



Lugar			Fecha	N° de Registro
Punta León			13/08/04	27
Datos GPS: 43° 03′137"S; 64° 2	8′ 137 W	Clase de Peligro: erosión hídrica retrocedente		
	Cu	enca	the same of the sa	
Area (m²)			Diseñ	0
Area (III)			recto	
Longitud Afectada	Profu	ındidad		Pendiente
1,5 Km	8	3 m		4°
	Fre	osión		
Vertical		teral		Mixta
X		-		
Roca: Fm. Puerto Madryn				
Daños Materiales: Efectos Indirectos: Observaciones: La erosión en el algunos bancos de conchillas fósilellos	este sitio ha ç es a la erosió	generado 4 sa del agua. En	tos debido a la la foto se pued	resistencia de e apreciar uno de

Erosión Marina

Lugar		Fecha	N° de Registro	
Punta León		13/08/04	28	
Datos GPS: 43° 03" 898 S; 64° 27′749" W Clase de Pe		Peligro:	-	
Longitud Afectada		Pendiente		
200m		-		
E	rosión			
Lateral			Mixta	
X			-	
	a E Lat	Erosión Lateral	27'749" W Clase de Peligro: a Pendien - Erosión Lateral	

Roca: la base son sedimentos cuaternarios, el alero, los mismos sedimentos pero consolidados con guano

Frecuencia: diaria, pero con mayor efectos en las mareas extraordinarias

Pérdidas Económicas: -

Daños Materiales: -

Observaciones: la foto muestra el nuevo acantilado que se esta formando y la caída de nidos de cormoranes por la erosión de la base. La flecha marca uno de los nidos.



Erosión Marina

Lugar		Fecha	N° de Registro	
Punta León		13/08/04	29	
Datos GPS: 43° 03" 898 S; 64° 27'749" W Clase de Pel		Peligro:		
Longitud Afectada		Pendiente		
200m	-			
E	rosión			
Vertical La	Lateral		Mixta	
X	X		-	

Roca: la base son sedimentos cuaternarios, el alero, los mismos sedimentos pero consolidados con guano

Frecuencia: diaria, pero con mayor efectos en las mareas extraordinarias

Pérdidas Económicas: -

Daños Materiales: -

Observaciones: La foto muestra los sedimentos guijarrosos del cordón litoral que esta siendo erosionado y sobre el cual se encuentra la cormoranera.



Erosión Marina

Lugar		Fecha	N° de Registro	
Punta León		13/08/04	30	
Datos GPS: 43° 03" 898 S;	64° 27′749" W	Clase de	Peligro:	•
Longitud Afectada		Pendiente		
200m		1°		
	Е	rosión		
Vertical	Lateral			Mixta
X	X			-

Roca: arcillas laminadas

Frecuencia: diaria

Pérdidas Económicas: -

Daños Materiales: -

Observaciones: la foto fue tomada durante marea baja y así poder apreciar la plataforma de abrasión ubicada en el sitio de interés turístico.



Erosión Mixta

Lugar		Fecha	N° de Registro	
Punta León		13/08/04	31	
Datos GPS: 43° 03" 898 S; 64° 27'749" W Clase de Pel		Peligro:	<u>'</u>	
Longitud Afectada		Pendiente		
20 m		-		
	E	rosión		
Vertical	Lateral			Mixta
X	X			-

Roca: sedimentos finos de la Formación Puerto Madryn

Frecuencia: diaria, pero con mayor efectos en las mareas extraordinarias

Pérdidas Económicas: -

Daños Materiales: -

Observaciones: La foto muestra que sobre el lecho de la cárcava fluvial ingresa el mar en mareas extraordinarias ayudando a la erosión. La flecha muestras desechos ingresados por el mar a la cárcava.



Lugar			Fecha	N° de Registro	
Camino de acceso a la reserva de Punta León		13/08/04	32		
DISTOS LIPS: 4.5° II.5 /85.5° DA° /8 SUS W		Peligro: erosionte sobre el camin			
	Cu	enca			
Area (m²)			Diseño		
-			recto		
Longitud Afectada	Profu	ındidad	P	endiente	
500m	Hasta 0,8 m		4°		
,	Ere	osión			
Vertical	Lateral			Mixta	
Х	-				
Roca: Fm. Puerto Madryn					

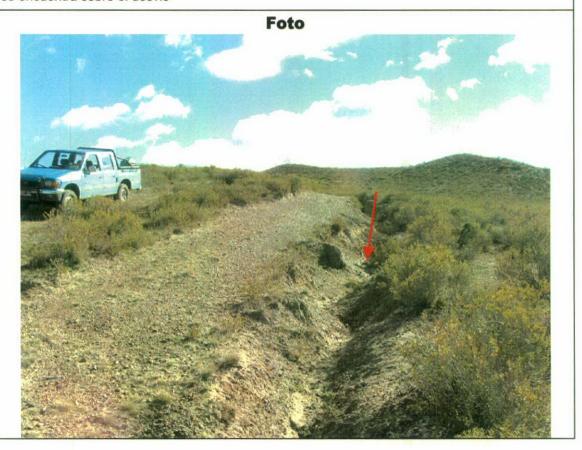
Frecuencia: luego de cada lluvia

Pérdidas Económicas: no calculadas

Daños Materiales:

Efectos Indirectos: cortes en el camino y necsecidad de abrir alternativas y de esta manera se impacta sobre el medio ambiente.

Observaciones: La flecha marca la pequeña cárcava que a cortado el camino. La camioneta se encuentra sobre el desvió



Lugar			Fecha	N° de Registro
Camino de acceso a la reserva de Punta León		13/08/04	33	
Datos Gra: 4.3 U.3 1.3/ 5 D4 /0 1.3/ VV		Peligro: erosión hídrica		
	Cu	enca		
Area (m²)		Diseño		
-			recto	
Longitud Afectada	Profu	ındidad	P	endiente
500m	Hasta 0,8 m		40	
	Erc	osión	-	
Vertical	Lateral			Mixta
X				

Roca: Fm. Puerto Madryn

Frecuencia: luego de cada lluvia

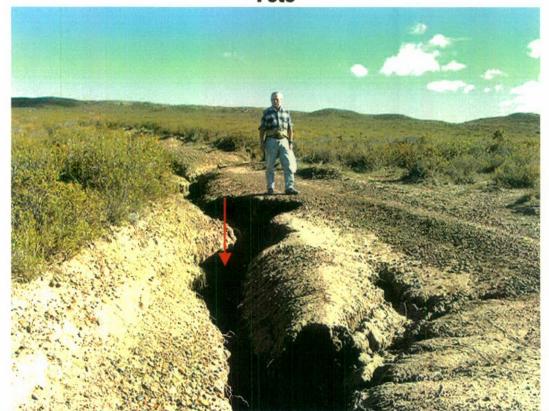
Pérdidas Económicas: no calculadas

Daños Materiales:

Efectos Indirectos: cortes en el camino y necsecidad de abrir alternativas y de esta manera se impacta sobre el medio ambiente.

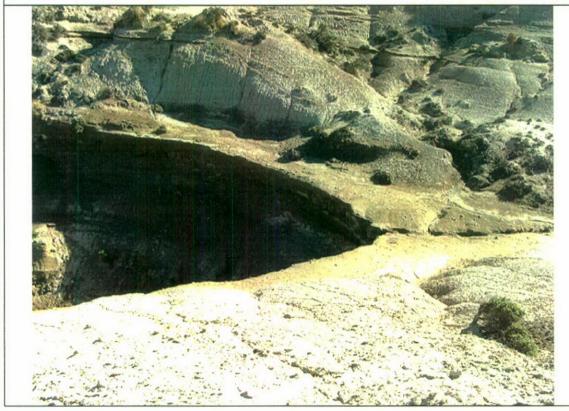
Observaciones: La flecha marca la pequeña cárcava que a cortado el camino. La camioneta se encuentra sobre el desvió





Lugar			Fecha	N° de Registro	
Punta León			13/08/04	34	
Datos GPS: 43° 03′907"S; 64° 2	27′ 137 W		Peligro: erosionte sobre el mirad		
	Cu	enca			
Area (m²)		Diseño			
-			recto		
Longitud Afectada	Profe	undidad	P	endiente	
100 m		5m		4°	
	Ere	osión			
Vertical	La	teral		Mixta	
X		-		-	
Roca: Fm. Puerto Madryn			'		
Frecuencia: luego de cada lluvi	ia				
Pérdidas Económicas:					
Daños Materiales:					
Efectos Indirectos:					
Observaciones: en la foto se p	uede la nacie	ente de la cáro	cavas detrás del	mirador de	

observación de los biólogos.



Erosión Mixta

Lugar			Fecha	N° de Registro
Punta León			13/08/04	35
Datos GPS: 43° 03" 898 S; 6	64° 27′749" W	Clase de cormoranes	Peligro: perdida s imperial	de los nidos de
Longitud Afecta	da		Pendien	te
10 m			-	
	E	rosión		
Vertical	Lat	eral		Mixta
Х		X		-

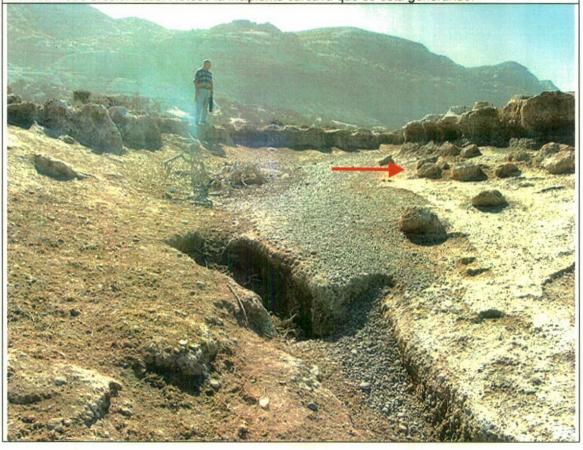
Roca: sedimentos finos de la Formación Puerto Madryn

Frecuencia: en las mareas extraordinarias y luego de cada lluvia

Pérdidas Económicas: -

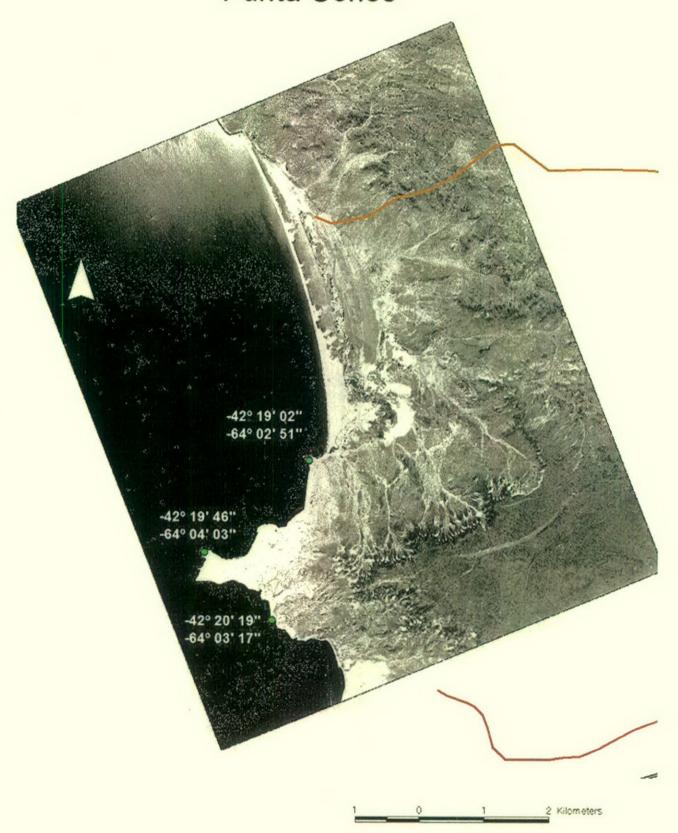
Daños Materiales: -

Observaciones: La foto muestra que el agua de lluvia corre sobre la plataforma de los nidos de cormoranes, como así también el ingreso del mar hasta la base de los mismos. La flecha maraca nidos erosionados. Nótese la incipiente cárcava que se esta generando.



ESTUDIO DE RIESGO GEOLÓGICO EN LA FUTURA RESERVA NATURAL PUNTA CONOS

Foto Aérea Punta Conos



Riesgo Geológico en Punta Conos

El área de estudio está ubicada sobre el Golfo San José, y se accede al área desde la ruta provincia Nº 2 (fig. 15).

Este sitio ha sido utilizado durante décadas por biólogos marinos dedicados al estudio de la ballena franca austral.

El área ha sido elegida por la Secretaría de Turismo de la Provincia de Chubut para desarrollar probablemente en el futuro, una reserva a la cual puedan acceder turistas. Además del contexto de la fauna del sitio, la localidad de Punta Conos tiene desde el aspecto visual una enorme belleza, ya que desde ahí se puede apreciar casi todo el Golfo San José.

Como en las áreas anteriores, aquí también se aplicó el método de estudio de riesgo geológico propuesto por la OEA.

Mapa de pendientes

El área de estudio tiene características similares a al resto de las áreas de Península Valdés, pero a su vez este sector se encuentra ubicado en un cabo geográfico con una importante entrada hacía el mar (fig.16). Este tipo de accidente geográfico en general son fuertemente erosionados por el mar y como consecuencia las pendientes de la costa son continuamente modificadas. Punta Conos además, esta sometida a una muy fuerte erosión hídrica debido probablemente a la orientación de la costa (mirando al oeste) con respecto a las lluvias.

En este sector se delimitaron 3 pendientes, definidas como una pendiente suave en general con zonas llanas o suavemente ondulada. Otra con una pendiente mayor, que se acentúa a medida que nos acercamos a la costa y la tercera se ubica sobre la costa. Por lo tanto han quedado definidas como pendientes llana, suave a moderada y abrupta (fig. 16).

Llana: El área denominada como pendiente llana, esta representado en 2 sectores bien diferenciados (fig. 16). El principal o el mas extendido, se ubica en la meseta alta por donde se accede a la costa y lleva hasta la misma Punta

Conos, desde la ruta provincial N°2. El otro sector esta ubicado sobre la costa ubicados en la bahía con una importante acumulación de cordones litorales. Los valores de pendiente definidos para pendiente llana varían entre 0° y 3°.

Suave a moderada: esta pendiente esta directamente relacionada con el sector de bajada entre la meseta y la costa con valores entre 3° y 20° (fig. 16).

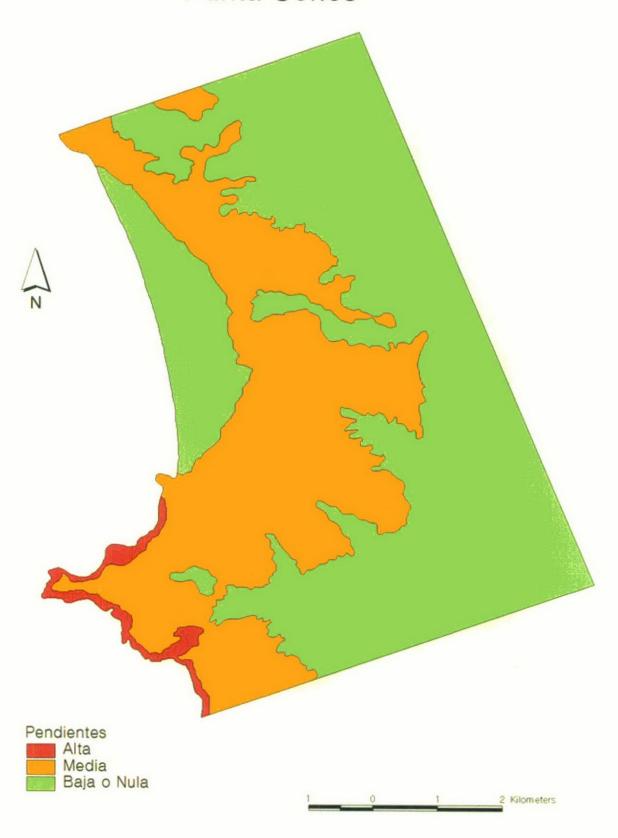
El principal agente modelador de esta pendiente al igual que en muchos sectores de la península es la acción fluvial .

Abrupta: como en muchos lugares de la costa de Península Valdés, aquí el cabo de Punta Conos termina en un acantilado con una pendiente sumamente abrupta sobre la costa. Pero como el acantilado ha sido sometido a una intensa erosión hídrica la altura del msmo sobre la costa es baja, es decir es uno 5 m de altura en algunos casos (Ficha 39, 40).

La pendiente es de 80° y 90° (fig. 16). En el extremo de el cabo se han formados por erosión mixta (hídrica y eólica) una seguidilla montículos de baja altura con geoformas de cono. Según los lugareño es precisamente por esta razón el nombre de la localidad.

En esta zona los acantilados carecen de cobertura vegetal salvo en un par de puntos alejados del área de estudio, la ausencia de vegetación es un indicio más, que dicha costa acantilada está siendo erosionada.

Mapa de Pendientes Punta Conos



Mapa Litológico

El área de estudio presenta roca consolidada, roca consolidada con cobertura de suelo y sedimentos tanto de playa como depósitos de médanos móviles (fig. 17).

La roca consolidada corresponde a la Formación Puerto Madryn. Está formación en los primeros 10 m de su base se compone de material fino de arcillas y limolitas. Desde la base y hacía el tope del perfil se acentúa el porcentaje de material grueso. El espesor mayor de está formación se encuentra en el primer escalón de la meseta viniendo desde la ruta.

Con respecto a las características de la roca en la sección inferior, se presenta con una estratificación horizontal en estratos de hasta 1,5 m de espesor y sus capas se encuentran finamente laminadas. La sección superior, se caracteriza por importantes lentes de litología gruesas como areniscas y coquinas cuyo origen habrían sido antiguos canales de mareas o depósitos de tormentas.

La roca consolidada con cobertura vegetal, se encuentra desarrollada en la zona de la meseta alta de la zona de estudio, en algunos sectores de la zona de acceso (fig. 17).

Como en el resto de los suelos mapeados en los informes anteriores, los suelos presentan un moderado a bajo grado de desarrollo pedogenético. Estos se componen de un sustrato arenoso de origen eólico (ver trabajos del INTA, 1989) y según la clasificación Soil Taxonomy, 1996, se ha reconocido suelo del tipo Torripsament. La flora que domina en esta región es la Estepa arbustiva de *Chuquiraga avellanedae, Cyclolepis genistoides y Chuquiraga hystrix* (Bertiller, et al., 1980).

Los sedimentos no consolidados de playa se ubican al noreste de Punta Conos y se trata de una bahía ubicados entre dos cabos. Los depósitos obedecen a diferentes cortejos de cordones litorales entre los cuales eventualmente se desarrollaba pequeñas marismas (ver foto satelital). En estos sectores se puede deducir que hubo un desarrollo importante de la vegetación de abundantes tamarisco de gran porte, probablemente, debido a que el agua de lluvia se queda atrapado entre los senos de las crestas de los cordones y sin poder escurrir hacía el mar. Esta playa se componen de gravas gruesas con

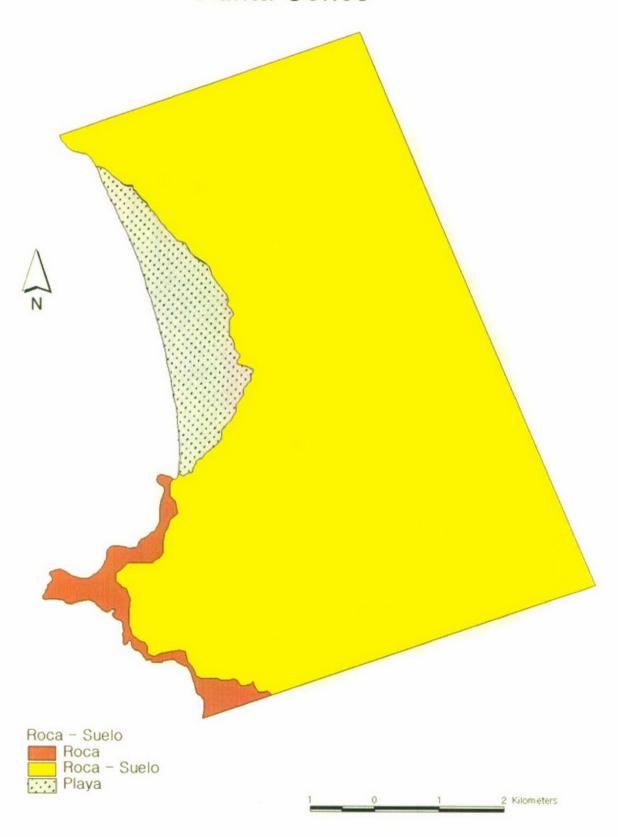
clastos redondeados de hasta 10cm y su pendiente es muy pronunciada con un valor entre 2º y 3º.

Como material no consolidado también se pueden observar pequeñas dunas de origen eólico de hasta 1 m de altura. Las mismas son escasas y generalmente se acumulan detrás del reparo de los arbustos.

El sector norte de Punta Conos tiene un playa de aproximadamente 2 km de largo. Esta playa a diferencia de la sur es de arena y alimentada por un extenso campo de dunas ubicadas sobre un paleoacantilado (fig. 17).

Hasta la costa además llegan aportes arenosos de un gran cañadón efímero.

Mapa de Roca - Suelo Punta Conos



Mapa Hidrológico y de Humedales

Al igual que en los sitios reportados con anterioridad, también aquí se utilizó la red de drenaje y a la vegetación para detectar los diferentes humedales. De esta manera se han identificado tres sectores (fig. 18).

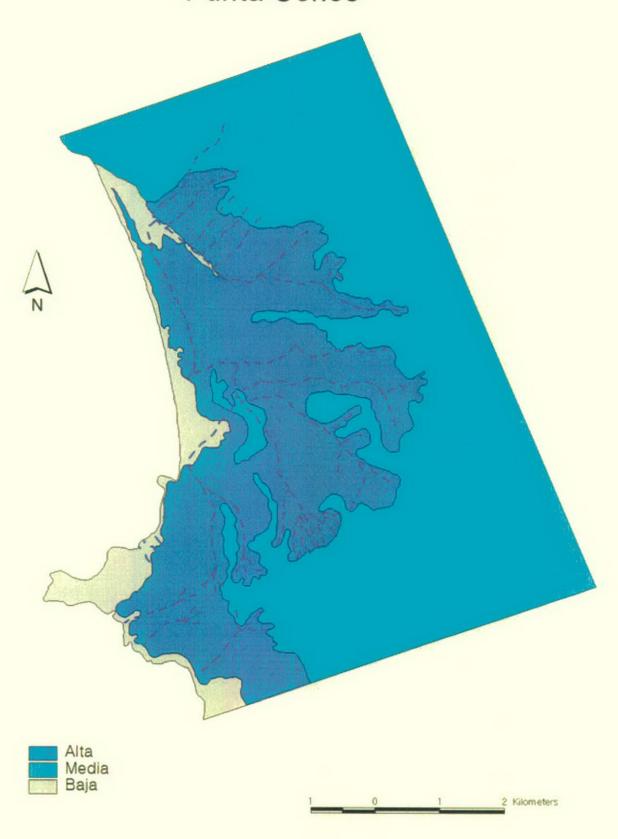
Sin duda la zona de Punta Conos y sectores aledaños es una de la mas afectada por la erosión hídrica de toda la Península Valdés. Esto se puede deber a que esta localidad se encuentra ubicada de frente a los vientos y lluvias procedentes del oeste. Esta erosión hídrica intensa, se manifiesta con profundos cañadones verticales de decenas de metros da altura y escasos metros de ancho escavados en rocas de la Formación Puerto Madryn. Es en estas donde se concentra el sector de mayor humedad. Estos sistemas fluviales tienen diseño dendritico y en menor proporción diseño recto que drenan su caudal hacía el mar. Por esta razón en algunos casos puntuales, existe sectores de la costa con una mayor concentración de vegetación especialmente entre los cordones litorales de la zona de playa.

La vegetación asociada en general es la Estepa arbustivo de *Chuquiraga* avellanedae, con una cobertura de 30-40% y una altura de 80-100cm. Por su parte el estrato herbáceo es de *Stipa humulis, Stipa neaei* y *Stipa tenius* con una cobertura del 5% (Bertiller, et al., 1980). La primera con una cobertura arbustiva del 35% y una altura de 70cm y el subestrato tiene una cobertura herbácea del 10% y una altura de 30cm.

La zona de humedad intermedia esta ubicada en los faldeo de la bajada de la meseta (fig 18). En este sector se puede observar una menor cobertura vegetal como así también una menor talla de las mismas.

Finalmente el sector mas seco o de menor humedad esta ubicado sobre la línea de costa donde la misma es acantilada.

Mapa de Humedales Punta Conos



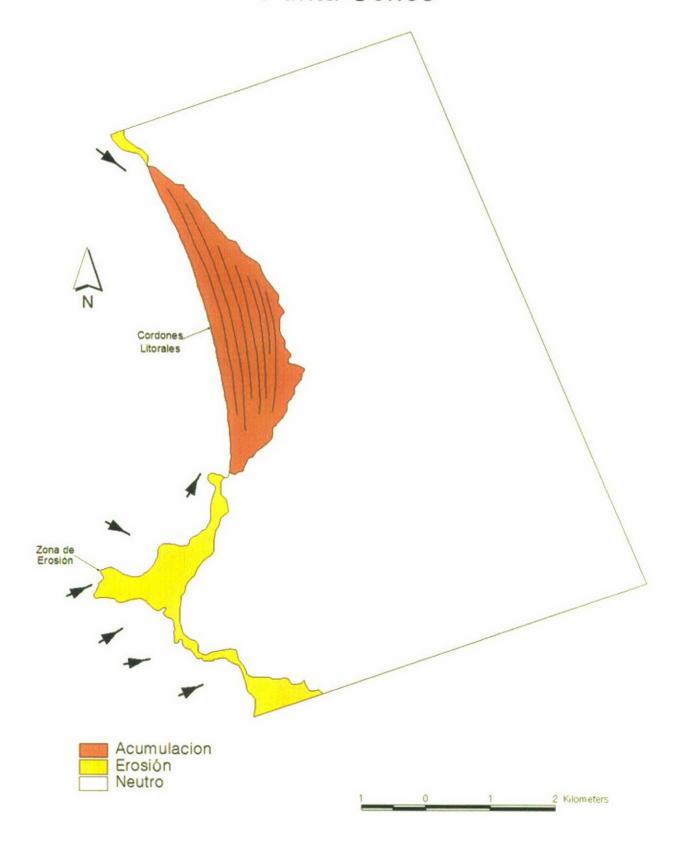
Mapa de erosión y acumulación marina

Como se puede observar en la foto aérea (fig. 19) la geografía de la zona estudiada corresponde a un cabo de varios kilómetros de extensión. Como ya se mencionó anteriormente estos, accidentes geográficos son los sectores donde la erosión marina actúa en forma permanente y en este caso hay dos frente erosivos bien definidos (ver fig. 19). Está acción erosiva desde los dos frentes principales provoca indirectamente una acción retrocedentes de la cabecera de los cauces fluviales, donde en algunos casos, se está por producir una captura, es decir, la conexión de dos sistemas de diferente cuenca que como consecuencia uno de los sistemas hídricos aumentará su caudal y como consecuencia su poder erosivo.

Las formas de erosión en la costa se manifiestan por las importantes plataformas de abrasión y sectores donde los acantilados se encuentran socavados formándose cuevas de importante dimensiones como así también acantilados con pendientes abruptas y sin vegetación (FICHA 37).

La caída de bloques de rocas es continua a lo largo de todo el cabo y presentando un alineamiento debido a las importantes diaclasas de mas de 300m de largo. Estas diaclasas en algunos casos quedan en forma paralela a la costa favoreciendo la caída de los bloques una vez que son alcanzados por la erosión marina. De esta manera, se pueden ver sobre la costa bloque de tamaño regular descalzados de su base a lo largo del cabo de Punta Conos (Ficha 39).

Mapa de Erosión Marina Punta Conos



Análisis del mapa de riesgo

En el análisis de riesgo se tomaron en cuenta todos los factores mencionados en la metodología. Por lo tanto se mapearon por separado cada uno de los factores y se los integró en un mapa final (fig. 20). El resultado de está integración dio un mapa de riesgo geológico en el cual se diferencian claramente 4 grados de riesgo.

Los grados de riesgo son bajo, moderado, moderado alto y muy alto, y este último, se ubica en dos sectores muy bien definidos y a diferentes alturas o cota.

Peligrosidad baja

Este sector clasificado cono de riesgo bajo comprende principalmente a la meseta superior, sector que se debe transitar de la Ruta Provincial Nº 2 para acceder a Punta Conos.

Otro sector de riesgo bajo es la bahía ubicada al Norte de cabo de Punta Conos (fig. 20). Si bien existen numerosos cursos de agua efímeros que llegan hasta el sector proveniente de la meseta al llegar a la playa disminuyen notablemente la energía e incluso sin llegar hasta el mar (ver mapa de humedales).

Peligrosidad moderada

El área delimitada como riesgo moderado esta comprendida en todo el faldeo de la mesta superior hacía la playa (fig. 20).

La principal amenaza en el sector es la erosión hídrica que se puede manifestar con el derrumbe de los laterales de los cañadones, la erosión retrocedente de las cabeceras y al pie del faldeo se puede depositar el material transportado en forma manto cubriendo parte del sector de la playa pegado al faldeo.

Como la erosión hídrica en la zona es muy importante se deben monitorear los caminos de acceso proveniente de la ruta provincial.

Peligrosidad moderada alta

Este sector así clasificado queda comprendido dentro del cabo de Punta Conos (fig. 20).

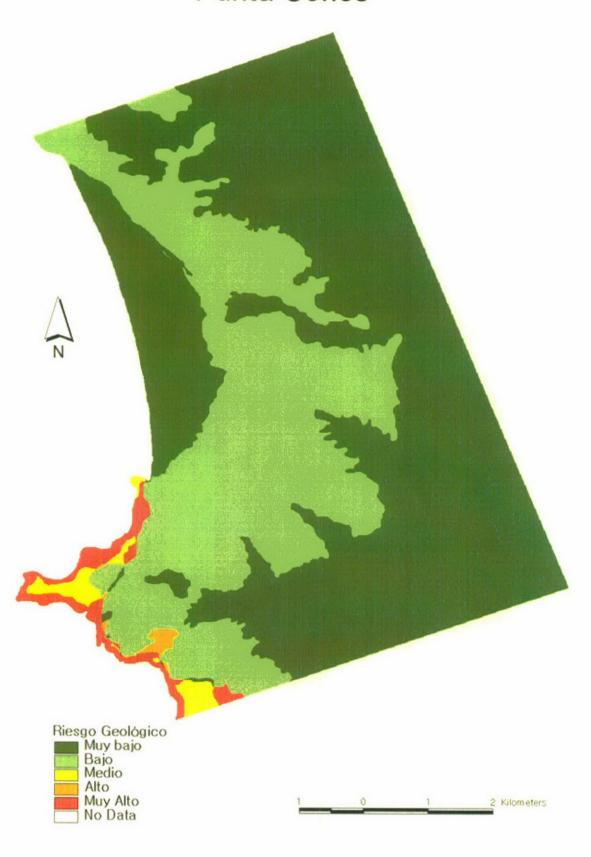
El mismo se ubica en todo el sector de la bajada de la mesta hasta unos 15 m antes de la costa donde el riesgo geológico aumenta.

Este sector tiene un alto riesgo debido a que el agua meteórica baja de la mesta sin encontrar obstáculos hasta la costa y con un fuerte poder erosivo, muestra de ello es la erosión de gran parte de acantilado.

Peligrosidad muy alta

Este sector queda comprendido en todo el borde de Punta Conos (fig. 20). Si bien el acantilado en todo el cabo es de baja altura, el mismo se encuentra en retroceso. Otro punto a tener en cuenta es el tamaño de los bloques caídos. En general son de un par de metros de altura y 2 o 3m de ancho y de forma muy regular. Esto se debe a las numerosas diaclasas rectas de mas de 300 m de largo y separadas a distancias regulares. Sin duda que estas diaclasas son las que controlan el volumen de los bloques que se desprenden.

Mapa de Riesgo Geológico Punta Conos



Avalancha de Roca

Lugar				Fecha	N° de Registro
Punta Conos				15/11/04	36
Datos GPS: -42°2	1′12,4″S; 64° 02′51,6″W	C	lase de Pe	eligro: ava	lancha sobre la costa
		ROCA	4		
Consolida	da Poco	Cons	olidada	No	consolidada
х					
	LI	TOLO	GÍA		
	Arcillas, li	imolitas	y coquinas		
	EST	RUCT	URAS		
Fallas		Diaclas	as		Otras
-		múltiple	es		-
Datos Fal	las Date	s Diac	clasas		Datos
-		vertical	es	E	Entre 65° y 90°
PENDIENTE	VOL DESPLAZA	DO S	UPERFICII	E	DISTANCIA
90°	6500m ³		-		15m
	TIPO	DE ER	OSIÓN		
		marina	3		
Daños Materiale	s: -				

Observaciones: Esta avalancha presenta rasgo que presuponen que la misma ocurrió en épocas recientes. Observece la ausencia de suelo y que los bloques de la base no han sido erosionados aún por el mar.



Caída de Bloques

Lugar				Fecha	N° de Registr
Punta Conos				14/11/04	37
Datos GPS: -			Clase de P	eligro: caío	la de roca
		RO	CA		
Consolida	ıda	Poco Coi	nsolidada	No	consolidada
X			-		
		LITOL	.OGÍA		
Fallas		Diac	CTURAS lasas cales		Otras -
Fallas - Datos Fal	las	Diac Verti	lasas		Otras - Datos
•	las	Diac Verti Datos D	lasas cales		•
•		Diac Verti Datos D	lasas cales iaclasas	E	- Datos
- Datos Fal -	VOL DI	Verti Datos D Múltiples	cales iaclasas paralelas	E	- Datos -
- Datos Fal - PENDIENTE	VOL DI	Diac Verti Datos D Múltiples	lasas cales iaclasas paralelas SUPERFICI	E	Datos - DISTANCIA

Observaciones: - la foto trata de explicar como se van desprendiendo o descalzando los bloques de la costa debido al efecto combinado entre la erosión del mar y las fracturas de la roca. Notese la regularidad en el tamaño de los bloques caídos.



Lugar			Fecha	N° de Registro
Sobre la costa de Punta Conos			13/11/04	38
Datos GPS: 42° 20′23,7″S; 64° (03"14 Q"M	Class de	Peligro: erosid	1
20 20,7 0, 04		enca	Feligro: erosio	on nidrica
Area (m²)	Cu	enca	Diseño	
Alea (III)			dendrític	
Longitud Afectada	Drofu	ındidad		endiente
Longitud Arectada	Piolu	nuiuau	-	
	F	-14-		- /
Vertical		sión		
X	La	teral		Mixta
		X		
Roca: Fm. Puerto Madryn				
Frecuencia: luego de cada lluvi	а			
a section in a go do odda navi				
Pérdidas Económicas: -				
Daños Materiales: -				
Efectos Indirectos: -				
Observaciones La foto tiona la	intensión de	manatra al a		
Observaciones: La foto tiene la debido a la erosión hídrica.	intencion de	mosatrar el a	aspecto que prese	enta Punta Conos
	- Wear			
			10.00	
THE REPORT OF SHIPE		The second second		STREET, STREET
CONTRACTOR OF THE PROPERTY OF				
A SHE SHE WAS A				
				The state of the s

Lugar			Fecha	N° de Registro	
Sobre la costa			13/11/04	39	
Datos GPS: 42° 20′23,7″S; 64°	03"14,9"W		Peligro: erosionte sobre el acan		
	Cu	enca			
Area (m²)		Diseño			
•			dendrític	0	
Longitud Afectada	Profu	ındidad Pendiente		endiente	
800m	Has	sta 3m		10°	
1	Erc	sión			
Vertical	La	teral		Mixta	
X		,			
Roca: Fm. Puerto Madryn	g)				
Frecuencia: luego de cada lluvi	a				
Pérdidas Económicas: -					
Daños Materiales: -					
Efectos Indirectos: -					
Observaciones: La flecha marc	ca la cabecera	a de una cuer	nca hídrica que s	e encuentra	

Observaciones: La flecha marca la cabecera de una cuenca hídrica que se encuentra claramente en retroceso debido a la erosíon retrocedente sobre la costa acantilada



Caída de Bloques

Lugar				Fecha	N° de Registro
Punta Conos				14/11/04	40
Datos GPS: -			Clase de Pe	ligro: caío	la de roca
		RO	CA		
Consolida	ıda	Poco Cor	nsolidada	No	consolidada
x).
		LITOL	LOGÍA		
			la Fm. Puerto M		
Fallas		ESTRUC Diac	CTURAS lasas		Otras
Fallas - Datos Fal		Diac Verticales y	CTURAS lasas horizontales		
		Diac Verticales y Datos D	CTURAS lasas		Otras - Datos
	las	Diac Verticales y Datos D	lasas horizontales		
- Datos Fal -	las	Verticales y Datos D múlt	lasas horizontales liaclasas tiples		- Datos
- Datos Fal - PENDIENTE	las	Verticales y Datos D múlt	lasas horizontales liaclasas tiples		Datos - DISTANCIA

Observaciones: - la foto trata de explicar como se van desprendiendo o descalzando la base del acantilado y generando cuevas. Esto traé como conceciuencia el desprendimiento del sector superior del acantilado



Estudio de Riesgo Geológico en la Reserva Natural Pingüinera San Lorenzo

Pingüinera San Lorenzo

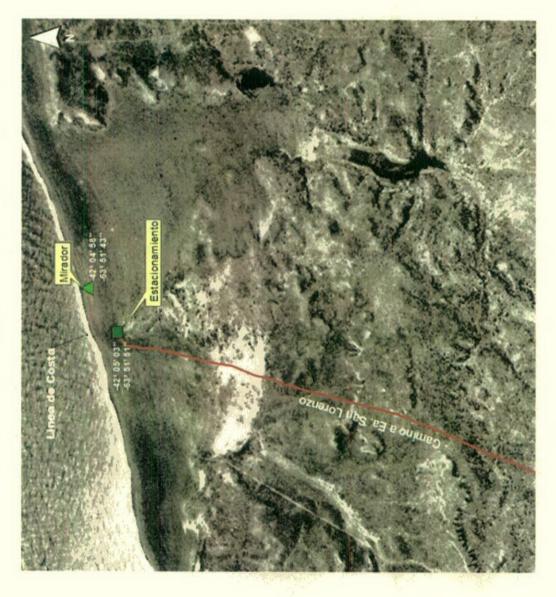
Reserva natural Pingüinera San Lorenzo

La zona de trabajo se ubica a 7,5 km al oeste de la reserva de Punta Norte, y su costa dan sobre el Golfo San Matías. A la pingüinera se accede por la ruta Provincial Nº 2, luego se toma el camino que va a la estancia San Lorenzo y desde ahí, se toma una huella interna por 7 km hasta la pingüinera. (fig. 21). En esta reserva excite una playa de estacionamiento (42º 05'02" S, 63º 51' 49,7"W) y un sendero de 700m de recorrido por la pingüinera.

Además en el área, hay resto de una antigua factoría que se dedicaba a la matanza y procesamientos de grasa y cuero de lobos marinos. De este antiguo asentamiento quedan restos de una caldera y también parte de los cimientos de una vivienda. Este predio se encuentra cercado y señalizado como atractivo turístico.

Como en las áreas anteriores, aquí también se aplicó el método propuesto por la OEA.

Foto aérea Pingüinera San Lorenzo





Mapa de pendientes

El área presenta una pendiente local hacía el Oeste y en ella se pueden observar dos grados de pendientes. Si bien ambas no tienen muchos grados de diferencia, en este informe se las diferenció con el objetivo de resaltarlas conjuntamente con las diferencias de humedales.

Por lo tanto para está área se definió una pendiente llana y una suave (fig. 22).

Llana: la pendiente llana es la que domina la región. La misma se extiende a lo largo de todo la meseta Península Valdés y que también se manifiesta en la costa. Lesta pendiente es el resultado de la acumulación de cordones litorales en una antigua bahía correspondiente a un mar alto.

En esta pendiente se realizaron el estacionamiento y el sendero de la pingüinera.

Pendiente suave: el sector así delimitado se ubica en el escalón que se formo entre la parte alta de la meseta y la zona de la reserva de la pingüinera sobre la playa (fig. 22). Este escalón comienza en la cota de los 20m y culmina en la cota de los 0m. esta diferencia de altura se resuelve en escasos 2000 m dando una relación de pendiente promedio 0,01.

Esta pequeña franja con una pendiente suave también se puede distinguir como en el sector donde nacen los cauces principales que drenan hacía el Golfo San Matias.

Con respecto a las construcciones que se emplazan dentro de esta pendiente, solo tenemos un tramo del camino enripiado de acceso a la reserva.



Estacionamiento
Mirador
Camino de acceso

Baja o Nula Moderada

Mapa Litológico

En la zona se ha encontrado roca consolidada en muy escasa proporciones y sedimentos no consolidados que dominan la región (fig. 23).

Los pocos afloramientos de roca firme corresponde a las formaciones Puerto Madryn de edad y Miocena y afloran en los bordes de la terraza de la meseta y también a muy a pocos metros del estacionamiento de la pingüinera (fig. 23). La roca consolidada en la sección inferior presenta material fino como arcillas y limolitas de color gris claro. Estas arcillas y limolitas presentan una laminación muy fina e intensa bioturbación con restos de fósiles de invertebrados ubicados en capas de hasta 20 cm. Estos restos fósiles además se presentan como rodados a lo largo de todo el faldeo. Con respecto al el techo de la Formación Puerto Madryn, en esta localidad no aflora y esto se puede deber a la fuerte erosión hídrica que presenta la zona además de encontrarse cubierta por medanos móviles.

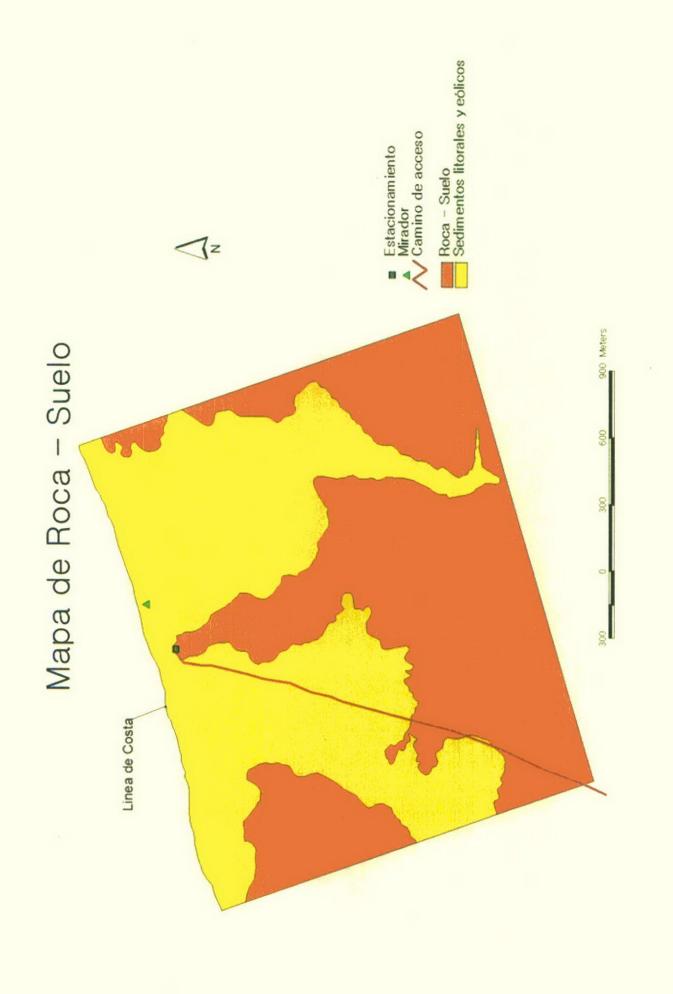
La mayor parte del área de estudio está cubierta por roca no consolidada que corresponden a una cobertura de suelo, sedimentos fluviales, sedimentos de playa y sedimentos arenosos de origen eólico.

El suelo en la región está representado por suelo del grupo de los Entisoles y dentro de este grupo el Torripsamentes típicos.

El suelo tipo Torripsamentes se caracteriza por estar asociados a un sustrato de suelo arenoso y de origen eólico con un bajo contenido de materia orgánico. A su ves es muy fácilmente erosionable y tiene un pobre desarrollo y baja fertilidad.

Los sedimentos fluviales se caracterizan por una mayoría de arenas desde finas a gruesas y escasos rodados polimícticos de hasta 5 cm. Estos sedimentos son muy comunes en los cauces de los arroyos efímeros pero principalmente son más abundantes en la zonas cercanas a la desembocaduras de estos sobre la playa.

Los sedimentos de playa corresponden a una sucesión de cordones litorales depositados en condiciones de un mar alto. Este cortejo de cordones es de material muy grueso de hasta 10 cm de diámetro. Sobre estos cordones es donde los pingüinos realizan su nidificación, aunque también se han observados nido mas alejados de la costa realizados en medanos.



Mapa Hidrológico y de Humedales

Para el mapeo de humedales una vez más se trabajo con la vegetación, basándonos en la asociación y altura de las mismas, con las imágenes satelitales y las fotos aéreas para localizar los cauces de los arroyos.

En tal sentido solo se registro en la zona de estudio tres humedales claramente definidos (fig. 24), uno de ellos ubicado sobre la meseta y los otros dos se ubican en la parte llana de la pendiente sobre la costa.

El primero presenta un humedal homogéneo tanto en la zona plana o llana como en las nacientes de los pequeños cursos de agua efímeros (FICHA 41). Estos cursos de corta distancia y con diseño recto en su cauce principal obedecen a lluvias y desembocan en su mayoría en el mar. Es importante aclarar que el sistema fluvial general en la zona es dendrítico y que se encuentra erosionando aguas arriba, es decir, con acción retrocedente (FICHA 42).

Los otros dos humedales no tienen un patrón bien claro de distribución. En tal sentido se supone que el humedal intermedio y alto esta asociado a una pendiente llana.

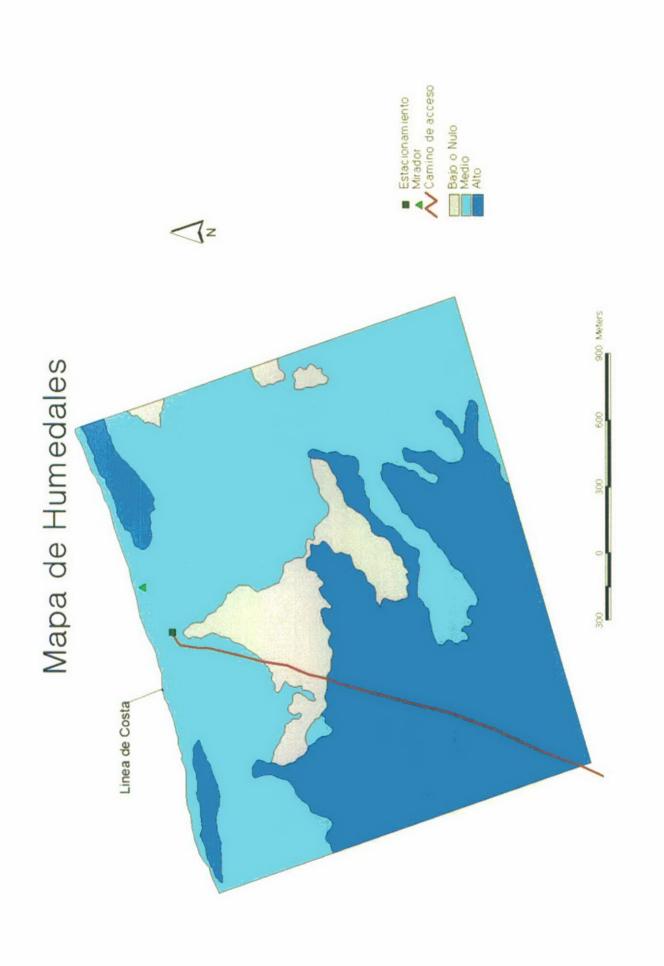
La zona de mayor humedal está representada en los sectores de la costa y áreas aledañas quedando dentro de estos límites los sitios donde anidan la aves.

Es llamativo en este caso, que los sitios mas cercanos a la costa sean lo de mayor humedad y este se puede deber a que la altura del cordón de playa actual no este permitiendo el drenaje de las aguas de lluvias al mar y de esta manera reteniendo el agua en los cordones mas antiguos. Esta observación además se apoya en la existencia de un molino de agua a 100m de la costa con muy buena calidad de agua, evidenciando que la cuña de agua de mar no llega a este sitio.

Si bien en este informe se reportaron 3 humedales, los mismos obedecen a un solo tipo de concentración vegetal con 3 estratos arbustivos con una cobertura total de 40-70%. En este caso la vegetación corresponde a la Estepa arbustiva de *Chuquiraga erinacea y Stipa tenius*. La cobertura vegetal es del 40 – 70% y la altura entre 70 y 80 cm.

El estrato subarbustivo corresponde *Acantholoppia seriphioides* con una cobertura del 0-5% y una altura de 10cm.

Es claro que estos porcentajes de cobertura como así también de altura, van disminuyendo hacía los lugares de menor humedal y en este caso la densidad y altura es menor en los faldeos y parte de la costa. Otro punto importante que se tuvo en cuenta a la hora de analizar la cobertura vegetal es el sobre pastoreo, debido a que se hallaron abundante ovinos en el sector de la playa.



Mapa de erosión

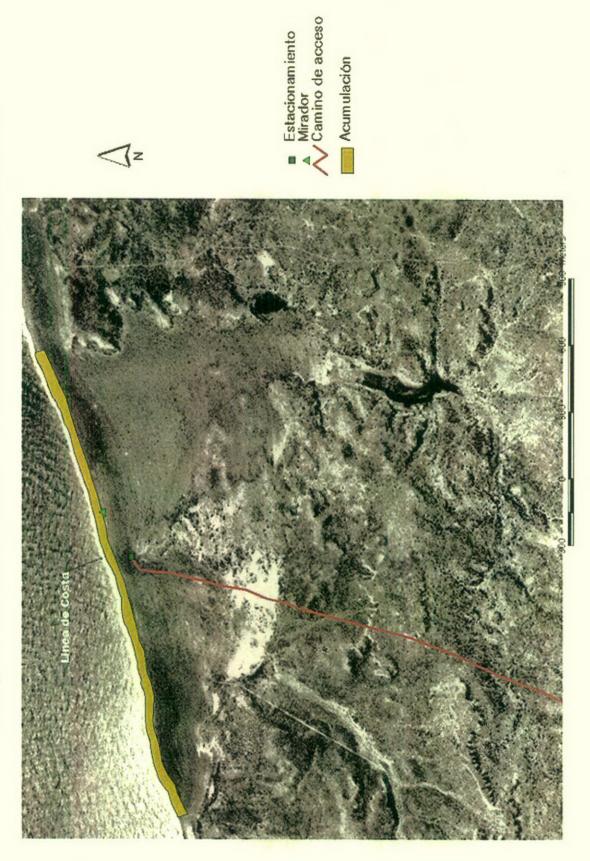
La costa de la Reserva de la Pingüinera San Lorenzo en general se encuentra frente a un proceso de acumulación de sedimentos. Solo en los extremos de la playa (en los cabos) y en el centro donde se encuentra la isla hay procesos erosivos (fig. 25).

Probablemente la costa antiguamente halla sido una bahía con un par de cabos activos a la erosión, pero la importante acreción de depósitos de cordones de playa relleno dicha bahía dejando una costa recta y con los cabos protegidos de la erosión marina.

Actualmente la zona no se encontraron evidencias de erosión marina si no que en la misma existe depositación.

La única erosión observada en la zona es la hídrica y en menor medida la eólica, pero ambas son de escasa importancia.

Mapa de Erosión - Acumulación marina

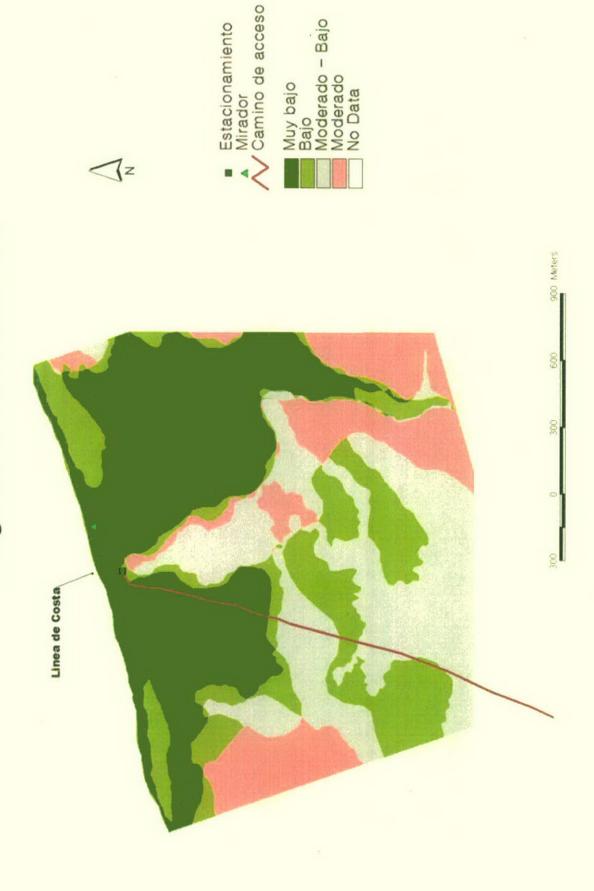


Análisis del mapa de riesgo

Peligrosidad muy baja

Afortunadamente el área de estudio de la Reserva de la Pingüinera San Lorenzo se encuentra en su totalidad en una peligrosidad muy baja (fig. 26). Bajo este rango de peligrosidad también quedan delimitadas el sector de la planicie mesetiforme, todo el trayecto del camino de acceso, las zona del estacionamiento y el sendro de avistajes de fauna a los que arriban los turistas. En el área solo se tienen que tener precauciones con la erosión hídrica ya que esta puede provocar cortes de le los caminos de acceso.

Mapa de Riesgo Geológico Pingüinera San Lorenzo



Erosión Antrópica

Lugar		Fecha	N° de Registro
Pingüinera San Lorenzo		1/11/04	41
Datos GPS:	Clas	e de Peligro:	
Longitud Afectada	Profundidad		Pendiente
Varios km	20 cm		-
	Erosión		
Vertical	Lateral		Mixta
X	-		-
Roca: suelo y roca consolidada			
Daños: camino			
Efectos Indirectos: erosión hi	idrica (ver texto)		

Observaciones: En la foto se puede apreciar parte del camino y estacionamiento de la pingüinera. Este camino no se encuentra eripiado por lo tanto, con el tiempo sufrirá un empeoramiento (profundización) por el paso de la máquina vial.



Erosión Hídrica

Lugar			Fecha	N° de Registro
Bajada a la Pingüinera San Lorenzo			1/11/04	42
Datos GPS: 42° 04′55,9"S; 63° 54"	44,7"W	Clase de	Peligro: erosi	ón hídrica
	Cu	enca		
Area (m²)			Diseño	
-			dendrític	:0
Longitud Afectada	Profe	ındidad	P	endiente
-		-		-
	Erc	osión		
Vertical	La	teral		Mixta
X		X		-
Roca: Fm. Puerto Madryn				
Frecuencia: luego de cada lluvia				
Pérdidas Económicas: -	-			
Daños Materiales: -				
Efectos Indirectos: -				
Observaciones: La foto tiene la in los escasos cursos de arroyos efíme		mosatrar el a	aspecto general	de la pingüinera y



Base de Datos

Informe de Riesgo Geológico Recomendaciones para el manejo de la Infraestructura Turística

Localidad	Infraestructura	Ubicación	Peligrosidad	Causas de Riesgo	Ficha	Recomendación
-	Camino de Acceso	S42°48'52.4"- W64°53'51.7"	Baja	Erosión Hídrica Retrocedente	94	Monitoreo de la acción hídrica sobre el camino
	Camino de Acceso	S42°48'03.4"- W64°53'29.3"	Baja	Erosión Hídrica Retrocedente	02	Monitoreo de la acción hídrica sobre el camino
	Casa Guardafauna	S42°48'03.4"- W64°53'29.3"	Moderada	Erosión antrópica e hídrica	02	Monitorear las correntás que se puedan genera en la bajada del camino
Punta Loma	Galpones		Moderada	Erosión antrópica e hídrica	02	Monitorear las correntás que se puedan genera en la bajada de la mesta
	Instalaciones Sanitarias	_	Moderada	Erosión antrópica e hídrica	04	Monitorear las correntás que se puedan genera en la bajada de la mesta
	Mirador 1	S42°48'47,4"- W64°53'43,9"	Muy Alta	Derrumbe del Acantilado	10, 13, 17, 18	10, 13, 17, Сіепе del Mirador 18
	Mirador 2	S42°48'45,4"- W64°53'59,4"	Muy Alta	Derrumbe del Acantilado 15, 16, 16, 16	11, 12, 14, 15, 16	Cierre del Mirador y desplazamiento del mismo a 15m del acantilado actual

Informe de Riesgo Geológico Recomendaciones para el manejo de la Infraestructura Turística

Localidad	Infraestructura	Ubicación	Peligrosidad	Peligrosidad Causas de Riesgo	Ficha	Recomendación
	Camino		Baja	corte del camino	19	reparación y monitoreo
	Sendero sobre la playa W64°27'986		Alta	Derrumbes del Acantilado	21, 23	Evitar el acceso a el área por este sendero
Punta Leon	Sendero sobre la playa W64°28'13	7.	Alta	Erosión Hídrica	25, 26, 27,	Evitar el acceso a el área por este sendero
	Mirador de los Biólogos W64°27'137	S43°03'907'- W64°27'137	Baja- Moderada	Baja- Moderada Retroceso del Acantilado 34	34	Este sitio se encuentra bajo riesgo geológico bajo- moderado

Informe de Riesgo Geológico Recomendaciones para el manejo de la Infraestructura Turística

Localidad	Infraestructura	Ubicación	Peligrosidad	Ubicación Pellgrosidad Causas de Riesgo	Ficha	Recomendación
	camino	S42°30'47,1"- W63°36'1,8"	Baja	Erosión antrópica e hídrica		Monitorear las cárcavas que puede generar la erosión
Punta Conos	sendero	Al borde del Acantilado	Baja	Fuerte Erosión antrópica e hídrica	-	
	sector de la costa	8"	Moderada	Fuerte Erosión marina	36, 37	utilizar la misma pero evitando la erosión antrópica
	borde de la costa acantilada	S42°20'23,7"- W64°03'14 8"	Alta	Caída de Bloques y Deslizamientos	38, 39, 40	38, 39, 40 evitar asentamiento sobre el borde

Informe de Riesgo Geológico Recomendaciones para el manejo de la Infraestructura Turística

Localidad	Infraestructura	Ubicación	Peligrosidad	Ubicación Peligrosidad Causas de Riesgo	Ficha	Recomendación
	Estacionamiento	42° 05′0.2″S 63° 51′49.7′W Baja		Erosión Antrópica	42	
	Instalaciones antiguas	42° 05′0.2″S 63° 51′49.7′W Baja	Baja	Erosión Hídrica		
Pingúinera San Lorenzo	Camino de Acceso	42° 05.7.2°S 63° 51′44.1°W Baja	Baja	Erosión Antrópica	42	Evitar profundizar el camino actual
	Camino de Acceso	42° 05′7.2°S 63° 51′44.1°W Baja	Baja	Erosión Hídrica. Cauces que cortan el camino	ı	Evitar profundizar el camino actual
	Camino de Acceso	42° 05′7.2″S 63° 51′44.1′W Baja		Erosión Hídrica. Cauces 41 que cortan el camino	41	Evitar profundizar el camino actual

Glosario

Escarpa principal: Una superficie de fuerte pendiente sobre terreno no perturbado alrededor de la periferia del deslizamiento, causado por movimiento de material de deslizamiento fuera del terreno no perturbado. La proyección de la superficie de escarpa debajo del material desplazado viene a ser la superficie de la ruptura.

Escarpa secundaria: Una superficie de pendiente fuerte sobre el material desplazado producida por movimientos diferenciales al interior de la masa deslizante.

Cabeza: La parte superior del material de deslizamiento a lo largo del contacto entre el material desplazado y la escarpa principal.

Cima: El punto más alto de contacto entre el material desplazado y la escarpa principal.

Pie de la superficie de ruptura: La intersección (a veces enterrada) entre la parte inferior de la superficie de ruptura y la superficie original del **terreno.**

Punta del pie: El margen de material desplazado más lejano de la escarpa principal.

Puntera: El punto más lejano de la margen desde la cima del deslizamiento.

Pie: La porción del material desplazado que queda pendiente abajo del margen de la superficie de ruptura.

Cuerpo principal: Aquella parte del material desplazado suprayacente a la superficie de ruptura entre la escarpa principal y el pie y la base de la superficie de ruptura.

Flanco: El costado de un deslizamiento de tierras.

Corona: El material que aún permanece en su lugar, prácticamente no desplazado y adyacente a las partes más altas de la escarpa principal.

Superficie original del terreno: La pendiente que existía antes que ocurra el movimiento que se está considerando. Si ésta es la superficie de un deslizamiento anterior, el hecho debe ser anotado.

Izquierda y derecha: Las direcciones con una brújula son preferibles para describir las pendientes pero si se usa "derecha o izquierda" se refiere al deslizamiento visto desde la corona.

Superficie de separación: Es la superficie que separa el material desplazado del material estable pero no se reconoce que hubiera sido una superficie que falló.

Material desplazado: El material que se ha desplazado de su posición original sobre la pendiente. Puede estar en estado deforme o no deforme

Zona de agotamiento: El área dentro de la cual el material desplazado queda debajo de la superficie original del terreno.

Zona de acumulación: El área dentro de la cual el material desplazado queda encima de la superficie original del terreno.

Bibliografía



GEOLOGY AND COASTAL HAZARDS OF THE NORTHERN MONTEREY BAY, CALIFORNIA FIELD TRIP GUIDEBOOK

November 4, 2000

Field Trip in conjunction with:
"Preserving Coastal Environments"
California Shore and Beach Preservation Association Conference
Monterey, CA
November 2-4, 2000

Υ
,

Cheryl Hapke1

Open-File Report 00-438

2000

This report is preliminary and has not been reviewed for conformity with U.S. Geological Survey editorial standards or with the North American Stratigraphic Code. Any use of trade, product, or firm names is for descriptive purposes only and does not imply endorsement by the U.S. Government.

¹U.S. Geological Survey, Menlo Park, California 94024

Geology and Coastal Hazards of Northern Monterey Bay Field Trip Guidebook November 4, 2000

Cheryl J. Hapke (Editor)1

Introduction	1
Acknowledgements	2
Field Trip Itinerary	.:3
Location Map	4
Field Trip Guide	5-17
Related Reading	18

INTRODUCTION

This field trip will explore the relationships between geology and coastal hazards, and human influences in the northern Monterey Bay, which is a tectonically active high wave energy environment. Seacliffs, shore platforms, pocket beaches and a headland/embayment morphology characterize this rocky coastline. Many studies of the onshore and offshore geology and geophysics, the local wave climate, and the effects of large storm events and earthquakes on the coastline have been conducted in this region (see *Related Reading*). This field trip will summarize the many findings of these research investigations, as well as consider the relationship between the rates and styles of short- and long-term seacliff crosion and the variations in the local geology.

During the field trip we will investigate seacliff sites of different geological lithologies, geographic orientations, and varying protection from wave attack, and consider how these variables affect not only the rate or magnitude of seacliff retreat but also the styles of retreat. In general the two primary forcing factors in the retreat of seacliffs are marine and terrestrial processes. At the various field trip stops we will consider the relative importance of these processes in shaping the coastline at that particular location. Where beaches have developed, whether naturally or by emplacement of man-made structures, we will look at the occurrence of the beaches (why they exist where they do) and the response of the beaches to large storm events. Finally, this trip will focus on the various coastline protection structures that have been built, and their effectiveness in protecting development on the beaches or at the tops of the seacliffs.

The first stop of the trip will be at the Long Marine Lab facility where we will begin by looking at the most resistant geological unit, the Miocene Santa Cruz Mudstone, and some of the geological features associated with this part of the Bay. We will continue through the morning to make our way east and south into the inner Bay, as well as into the less resistant lithologies of the Pliocene Purisima Formation and finally the Pleistocene Aromas Sand. The route will follow the coast wherever possible so participants can get a full perspective of the northern Monterey Bay, even where stops have not been planned.

ACKNOWLEDGEMENTS

I wish to thank Gary Griggs for generously providing many of the accompanying photos used in this guidebook. This trip would not have been possible without the continual support

and numerous suggestions of Lesley Ewing. I would also like to thank Bruce Richmond, Ann Gibbs, Scott Calhoun and Amy Foxgrover for valuable input.

The U.S. Geological Survey Coastal and Marine Geology Program provided financial support to cover transportation and publication expenses for this field trip.

CSBPA2000 Field Trip Itinerary Geology and Erosion Hazards of Northern Monterey Bay November 4, 2000

8:00am: Meet in lobby of Monterey Beach Hotel
8:05am: Bus leaves Monterey Beach Hotel

8:45am: Arrive Stop 1: Long Marine Lab Facility, Santa Cruz
Stop includes brief tour of facility by the director of the Institute of Marine
Sciences, Dr. Gary Griggs, and a walk to the cliff edge to observe the geologic setting of the location.

9:15am: Leave Long Marine Lab; head east along West Cliff Drive, past the Santa Cruz Lighthouse, Wharf and Boardwalk. Cross over the San Lorenzo River on San Lorenzo Blvd. Take East Cliff Dr. to the San Lorenzo Point/Seabright Beach overlook.

9:30am: Arrive Stop 2: San Lorenzo Point/Seabright Beach Overlook
Walk out along San Lorenzo Point. This stop includes a discussion of the
erosion hazards at Seabright Beach in terms of the history of the Santa Cruz
Harbor Jetty, and an overview of the local geology.

10:00am Leave Seabright Beach Overlook; head east along East Cliff Dr., past Twin Lakes, Corcoran, and Moran Beaches to the Village of Capitola.

10:15am Arrive Stop 3: Esplanade at Capitola
Walk to end of Esplanade at pumping station. Discussion of Capitola Beach, the
groins and their relation to the Santa Cruz Harbor, and the geology and erosion
hazards of the seacliffs along Depot Hill.

10:45am Leave Capitola; head east on Park Ave. Take Highway 1 south to State Park Dr. and State Park Dr. to Seacliff State Beach.

Arrive Stop 4: Seacliff State Beach

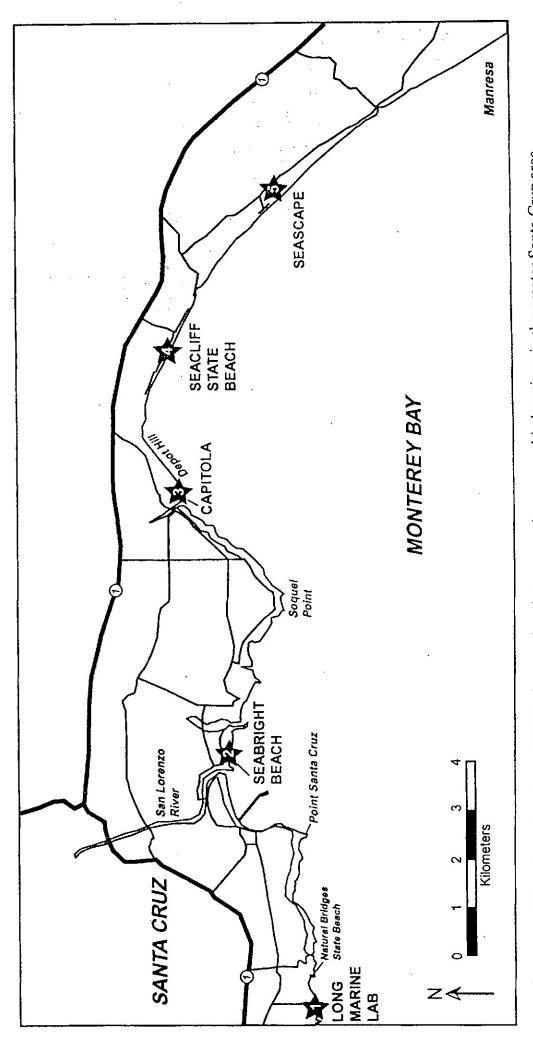
Walk along state park road to houses at Las Olas Dr. Discussion of beach and history of seawalls, geology and erosion hazards of the cliffs, and the problems associated with both cliff-top and base-of-cliff structures. History of the cement ship (the Palo Alto).

11:20am Leave Seacliff State Beach; head south on Highway 1 to San Andreas Rd. San Andreas south to Seascape Blvd. Seascape Blvd to Seascape Village.

11:35am Arrive Stop 5: "Beercan" Beach
Discussion of seawall at La Gaviota, geology and erosion history of Seascape area, summary/conclusion of field trip.

12:00pm Leave Seascape. Take Highway 1 south to Monterey Beach Hotel.

Arrive at Monterey Beach Hotel



Map shows locations of field trip stops in relation to major geographic locations in the greater Santa Cruz area.

Institute of Marine Sciences

and the sample of the second and the sample of the sample

Long Marine Lab

Over 130 UC Santa Cruz scientists, researchers, visiting scientists, graduate students and undergraduate students utilize the facilities at Long Marine Laboratory each year. Long Marine lab is known throughout the world for the innovative marine mammal research in areas such as diving physiology, physiological ecology, bioacoustics, and cognition. Active research at the lab is also underway in the areas of environmental toxicology, and in nearshore invertebrate marine biology.



General marine science research facilities located at Long Marine Laboratory include seawater laboratories for plankton and marine invertebrate research, radioisotope labs, environmental analytical labs for extraction and precise measurements of the trace levels of organic pollutants (DDT and derivatives, PCB's, PAH's, etc.) in water and tissue, a high volume seawater diluter for exposure experiments, a culture lab for marine invertebrate larvae and juveniles, controlled photoperiod labs, plankton culture lab, small-boat operation and research SCUBA diving facility, meteorological station, and a remote sensing surface current station (CODAR) operated in cooperation with NOAA.

Researchers and staff at Long Marine Lab have developed specially designed tanks and equipment that are used for diving physiology, bioacoustics, and cognition research of marine mammals. Facilities include a 17,000 sq. ft. enclosed yard with five large pools and five smaller pools. The largest tank is designed to be acoustically quiet, and has an underwater viewing lab with large windows for visual access. Opening into the marine mammal research yard in a nearby building



are a marine mammal food preparation and storage lab, a veterinary/pathology lab, and general access research/procedure labs. Marine mammal support equipment includes high speed video cameras, hydrophones for underwater acoustic work and an acoustic analysis system, expanded frequency tape recorders, oxygen analyzer, blood gas analyzer, ultrasound sensor as well as specialized transport cages for moving pinnipeds and cetaceans to and from the field. The population of marine mammals present at the laboratory during the last several years has included two Atlantic Bottlenose dolphins, four California sea lions, an elephant seal and a harbor seal, as well as occasional or short-term residents (normally young elephant seals used for research projects) or stranded animals who ared taken care of at the lab for short periods of time before relocated to other facilities.

Long Marine Lab provides an exceptional opportunity to develop marine programs and facilities that cannot be developed on campus because of space or funding constraints or because of the need for large volumes of running seawater and large outdoor tanks and pool needs. The close proximity of the lab, which is only a ten minute drive from campus, permits ease of integration of activities there with the campus' instructional and research activities.

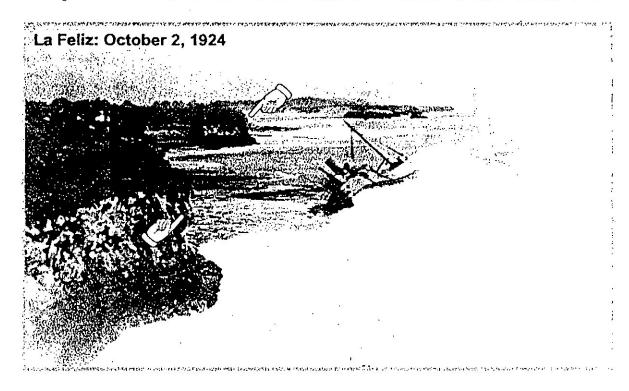
At present, LML is primarily a marine biology (both marine vertebrate/mammal and invertebrate biology) and environmental toxicology support facility. In the future it is envisioned as supporting a broader disciplinary cross section of marine sciences research activities. With the exception of some funds from the State Department of Fish and Game which assisted in the construction of the Trace Organics Facility at the lab, all of the present LML facilities were constructed with non-state funds, primarily private donations.

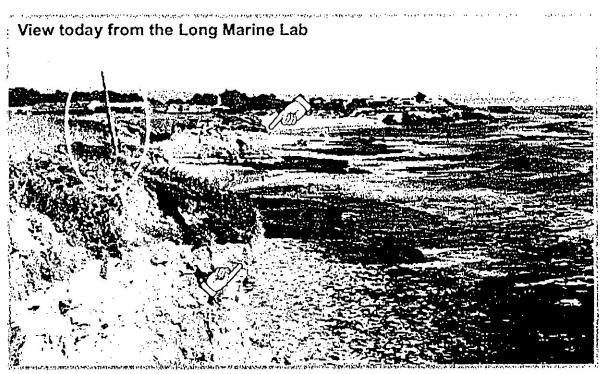
Long Marine Lab is located on the open coast immediately north of Monterey Bay. The seawater quality is excellent with no nearby sources of contamination. The water temperature ranges between 11 and 17 degrees centigrade. During upwelling events, nutrient-rich water is brought to the surface. The El Niño current periodically brings warmer seawater from the south. The flowing seawater temperature in the tanks and wet labs is within one degree of the seawater at the lab's ocean intake.

Through an agreement with the U.S. Geological Survey, the institute operates the 43-foot research vessel David Johnston, which is berthed at the Santa Cruz Small Craft Harbor. The institute also maintains many smaller trailerable boats, inflatable boats, and kayaks.

The major components of the lab facilities are 12,000 square feet of permanent research buildings, 8,500 square feet of temporary office buildings, 2,000 square feet of facility support space in temporary buildings, and a seawater system capable of delivering 650 gallons per minute of high-quality filtered seawater. Basic support facilities include a computer room and administrative and academic offices.

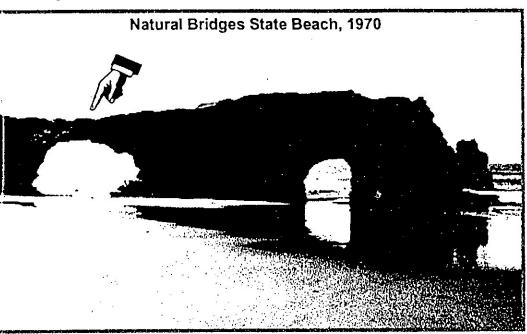
Stop 1: Evidence for Low Erosion Rates in the Santa Cruz Mudstone

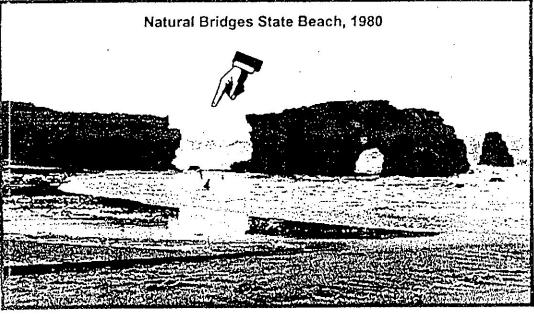




These photos show the wreck of the La Feliz (top) on October 2, 1924, and the mast of the La Feliz (bottom) which still stands today against the cliffs of the Santa Cruz Mudstone near the Long Marine Lab facility. Photos are both looking east towards Natural Bridges State Beach. The cliffs here are protected by a resistant shore platform which is quite visible in the lower photo. The arrows show the seaward extents of several small headlands which have not changed in the 76 years that span these photos.

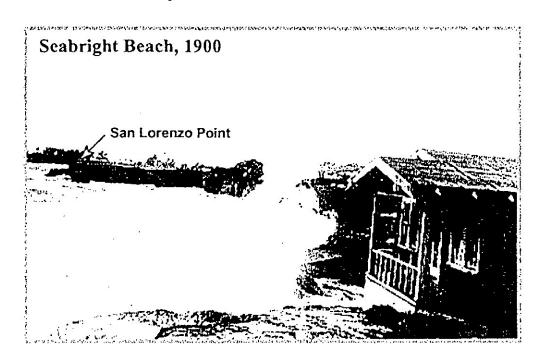
Stop 1: Coastal Features within the Santa Cruz Mudstone

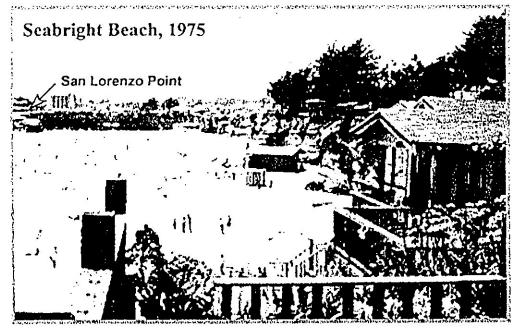




the cliffs and arches of Natural Bridges State Beach, just east of the Long Marine Lab, the formed within the Santa Cruz Mudstone. Although this geologic unit is more sistant than other lithologies in the northern Monterey Bay, zones of weakness within the mudstone lead to the formation and ultimate collapse of features such as the one nown above at Natural Bridges State Beach.

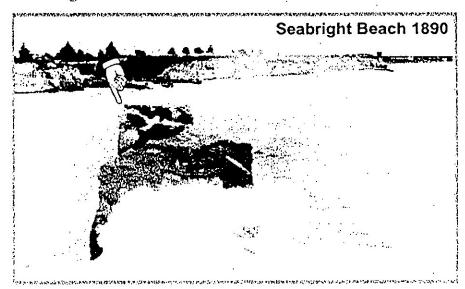
Stop 2: Seabright Beach and the effects of the Santa Cruz Yacht Harbor Jetty

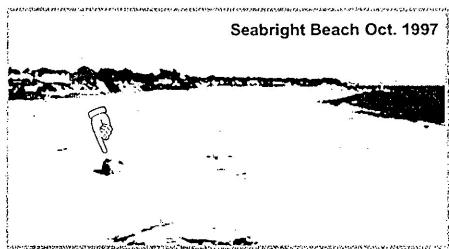


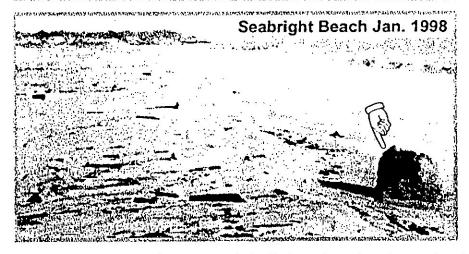


The photos above, taken from approximately the same location (the house on the right is the same house), show the Seabright Beach area, looking west towards San Lorenzo Point. The cliffs here were once subjected to regular wave action (top), with little or no fronting beach. Since the emplacement of the Yacht harbor jetty in the early 1960's the beach has progressively widened to be one of the widest beaches in the northern Monterey Bay.

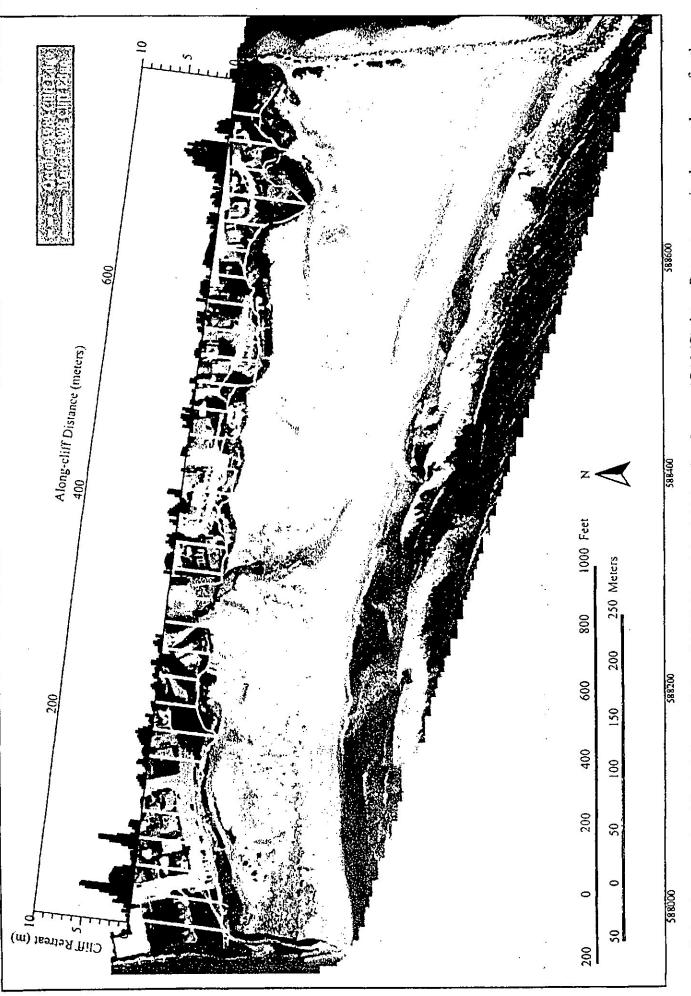
Stop 2: Seabright Beach and the effects of the Santa Cruz Yacht Harbor Jetty





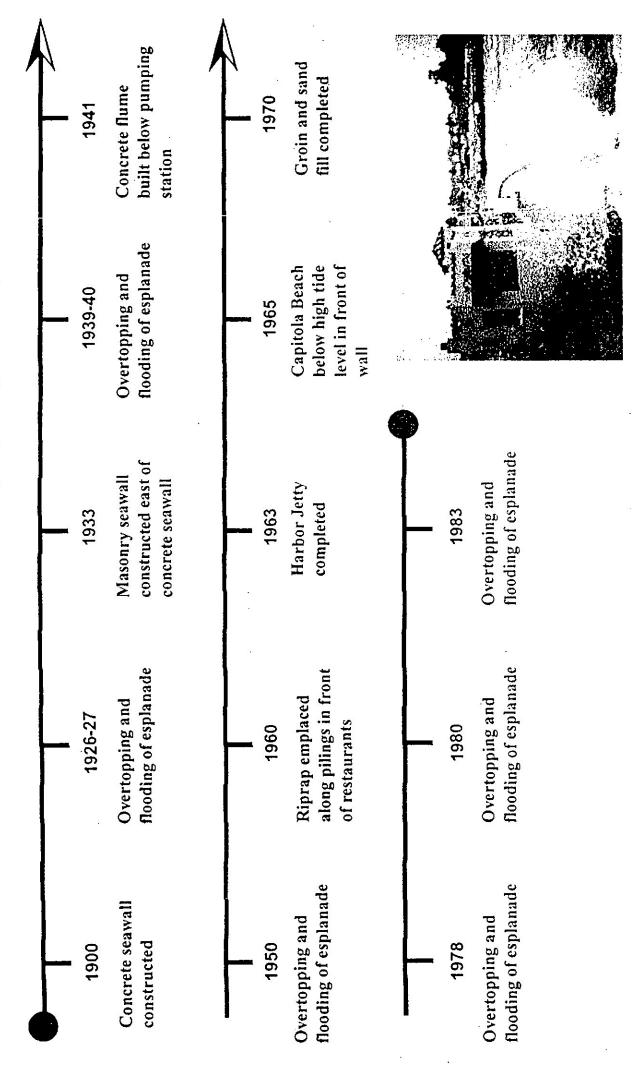


These 3 photos, shown looking east towards the Yacht Harbor, show the remains of a seastack at Seabright Beach (shown by arrows). The beach has increased significantly in volume since the construction of the jetty, nearly burying the seastack. Barely exposed above the sand during the summer months (center photo), the rock is occasionally exposed as storm waves remove sand from the beach (bottom photo), such as during the 1997-98 El Nino winter.



Orthophotomosaic of Seabright Beach from 3/6/98 Coastal Aerial Mapping System (CAMS) data. Retreat magnitudes are shown for the decade between October 1989, immediately after the Loma Prieta earthquake, and March 1998.

Timeline of Coastal Protection, Capitola (1900-1984)



Stop 3: Erosion Hazards along the Depot Hill Cliffs, Capitola

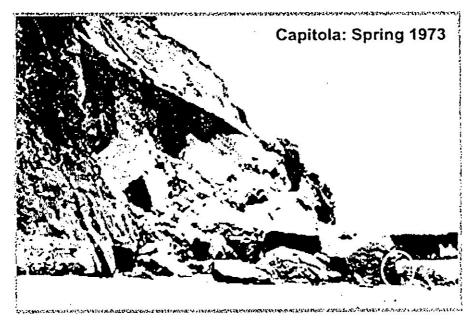
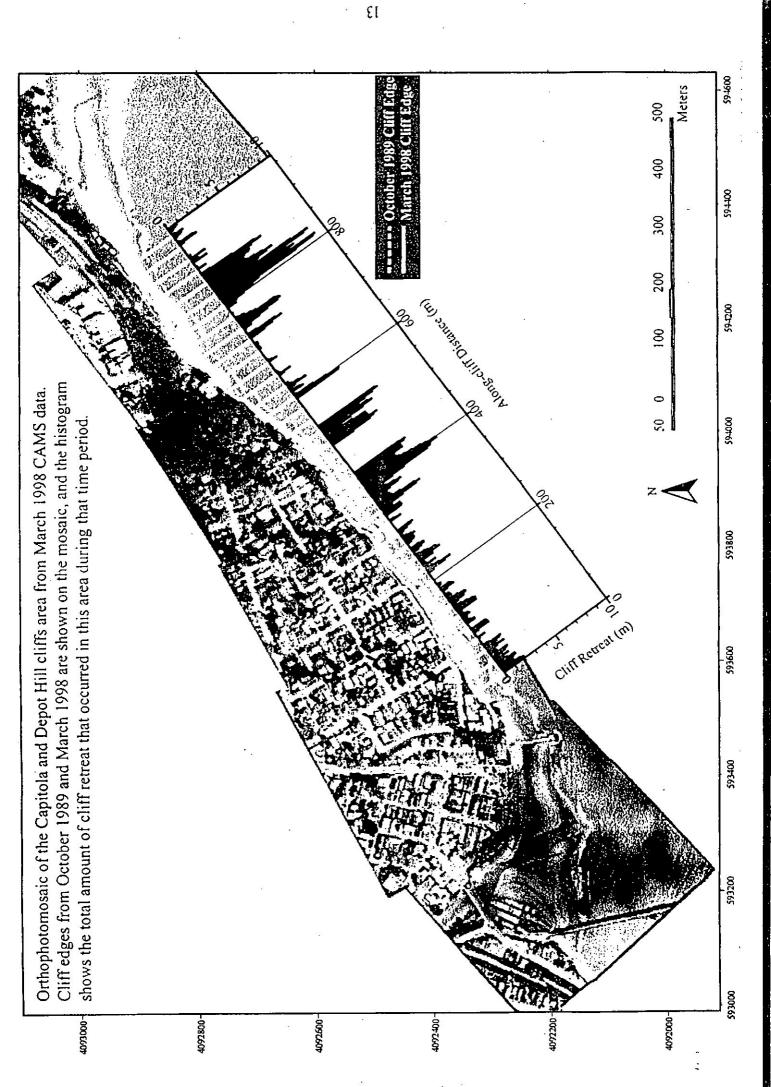
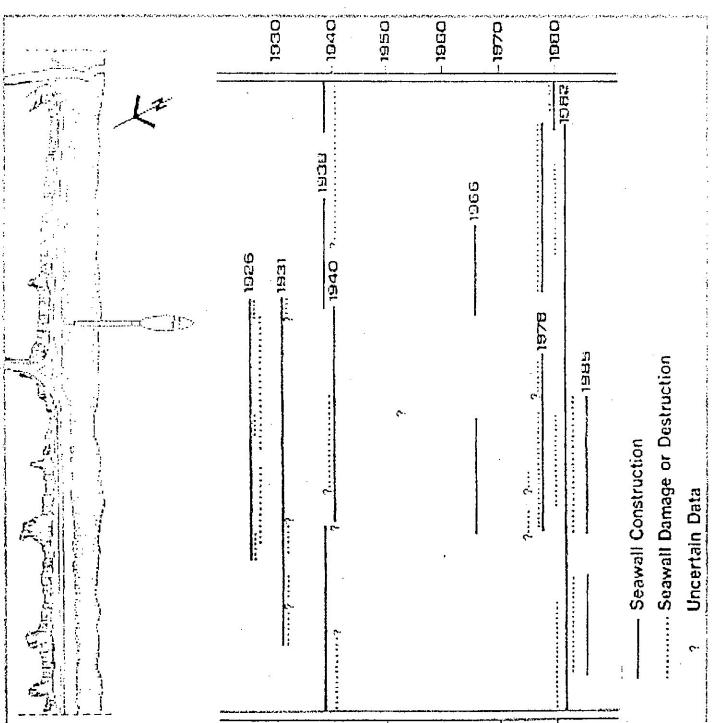




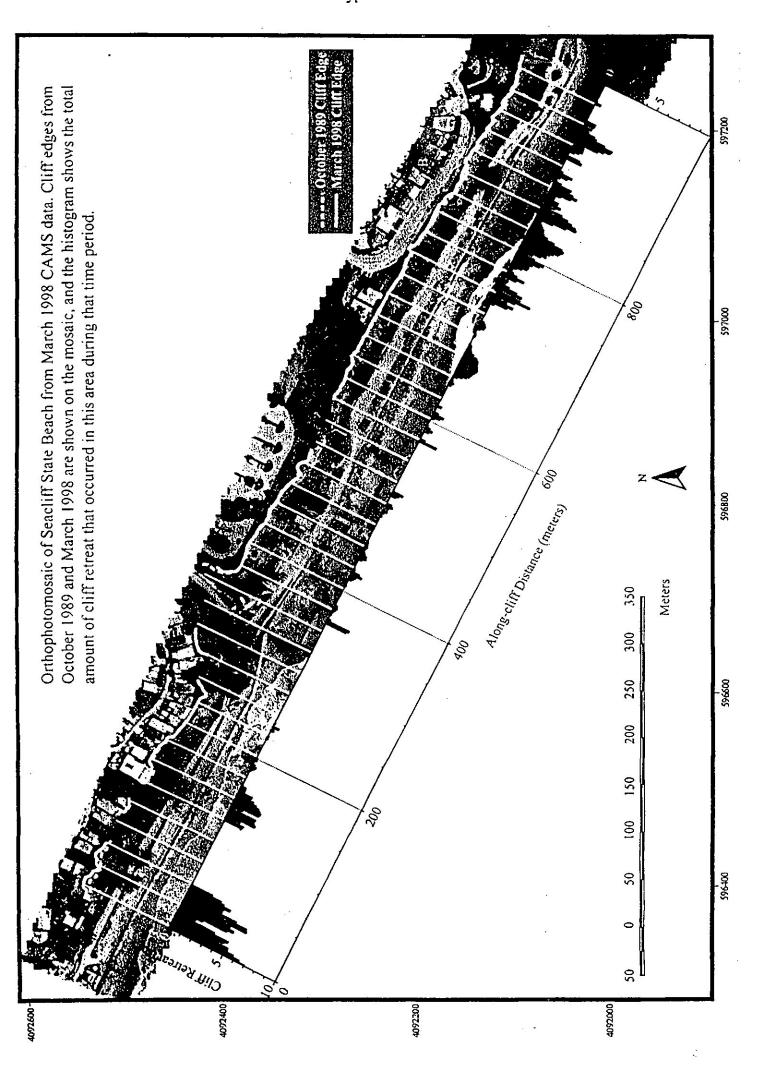
Photo at top shows a large blockfall, a common style of failure along the Depot Hill cliffs. A person (circled) gives an indication of scale. The lower photo shows the undercutting of the Crest Apartments from cliff failures associated with the Loma Prieta earthquake.





mistery of seaman construction and

from: Griggs, G.B. and Kim Fulton-Bennett, 1987, Failure of Coastal Protection at Seaciiff State Beach, Santa Cruz County, California, USA: Environemntal Management, v.11, n.2, pp175-182.



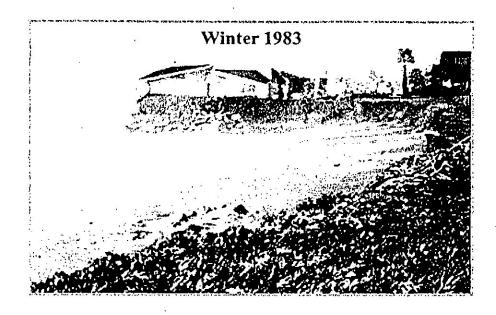


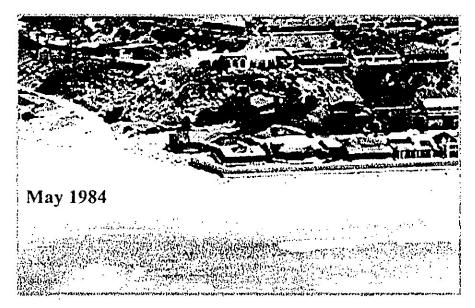
Why there is a ship at the end of the pier? Was it built there -- or did it sink there?

In 1910 a Norwegian civil engineer named Fougner thought of using concrete to build ships. It wasn't until 1917, when wartime steel shortages required the use of cement for construction that Fougner's idea was used. Three concrete ships were built at the U.S. Naval Shipyard in Oakland, California. These ships were the Faith, the Peralta, and the Palo Alto. The Peralta and the Palo Alto were built for wartime use as tankers, however World War One ended before ship construction was finished -- so they were never used.

The Palo Alto remained docked in Oakland until 1929, when the Cal-Nevada Company bought the ship with the idea of making her into an amusement and fishing ship. Her maiden voyage was made under tow to Seacliff State Beach. Once positioned at the beach, the sea cocks were opened and the Palo Alto settled to the ocean bottom. By the summer of 1930 a pier had been built leading to the ship, the ship was remodeled. A dance floor on the main deck was added, also a cafe in the superstructure was built, as was a fifty-four foot heated swimming pool, and a series of carnival type concessions were placed on the afterdeck. The Cal-Nevada Company went broke after two seasons -- then the Palo Alto's was stripped, leaving the ship and the pier used only for fishing.

Stop 5: Seawall at Via Gaviota, Seascape





A group of homes built on the beach in 1969 were initially protected by riprap. Waves associated with large southwesterly storms in early 1983 overtopped the riprap and caused major damage (top photo). In June of 1983, a 1000-foot concrete seawall was emplaced to protect the houses from further damage (bottom photo).

RELATED READING

Best, T.C., and Griggs, Gary B., 1991. "A Sediment Budget for the Santa Cruz Littoral Cell, California." SEPM Special Publication No. 46: From Shoreline to Abyss, p. 35-50.

Hapke, C. and Richmond, B., 1999. "Short-term Episodic Response of Seacliffs to Tectonic and Climatic Events: Rates, Failure Styles and Spatial Variability, Santa Cruz." Proceedings of the International Geological Correlation Program #437-non-steady State of the Inner Shelf and Shoreline Conference, November 1999, Honolulu, Hawaii, p.74-75.

Moore, L.J., Benumof, B., and Griggs, G.B. 1999. "Coastal Erosion in San Diego and Santa Cruz Counties, CA." Journal of Coastal Research Special Issue no. 28, p. 121-139.

Griggs, G.B. and Johnson, R.E., 1983. "The Impact of the 1983 Storms on the Constline of Northern Monterey Bay." *California Geology*, v. 36, p. 163-174.

Griggs, G.B., Moore, L.J., Tait, J.F., Scott, K., Pembrook D., 1996. "The Effects of the Storm Waves of 1995 on Beaches Adjacent To a Long-term Seawall Monitoring Site in Northern Monterey Bay, California." Shore and Beach, v. 64, n. 1, p. 34-39.

Seymour, R.J., 1989. "Wave Observations in the Storm of 17-18 January, 1988." Shore and Beach, p. 10-13.

Griggs, G.B. and Brown, K., 1998. "Erosion and Shoreline Damage Along the Central California Coast: a comparison between the 1997-98 and 1982-83 ENSO Winters." Shore and Beach, v. 66, n. 3, p. 18-23.

Storlazzi, C.D. and Griggs, G.B., 1998. "The 1997-98 El Nino and Erosion Processes along the Central Coast of California," *Share and Beach*, v. 66, n. 3, p. 12-17.

Sydnor, R.H., Griggs, G.B., Weber, G.E., McCarthy, R.J., Plant, N., 1990. "Coastal Bluff Landslides in Santa Cruz County Resulting From the Loma Prieta Earthquake of 17 October 1989." The Loma Prieta (Santa Cruz Mountains, California) Earthquake of 17 October 1989. Special Publication 104. California Department of Conservation. Division of Mines and Geology, p. 67-82.

QUANTITATIVE CONSTRAINTS ON THE ORIGIN OF STRATIGRAPHIC ARCHITECTURE AT PASSIVE CONTINENTAL MARGINS: OLIGOCENE SEDIMENTATION IN NEW JERSEY, U.S.A.

STEPHEN F. PEKAR¹, NICHOLAS CHRISTIE-BLICK², KENNETH G. MILLER³, AND MICHELLE A. KOMINZ⁴

¹Lamont-Doherty Earth Observatory of Columbia University, Palisades, New York 10964-8000, U.S.A.

e-mail: pekar@ldeo.columbia.edu

²Department of Earth and Environmental Sciences and Lamont-Doherty Earth Observatory of Columbia University, Palisades, New York 10964-8000, U.S.A.

³Department of Geological Sciences, Wright Labs, Rutgers University, Piscataway, New Jersey 08854, U.S.A.

⁴Department of Geosciences, Western Michigan University, Kalamazoo, Michigan 49008, U.S.A.

ABSTRACT: The Oligocene of the New Jersey continental margin is divisible into as many as eight sequences and 23 lithofacies associations, documented in a series of seven boreholes across the modern coastal plain. This paper summarizes the sequence architecture of these deposits, interpreted from high-resolution biostratigraphy and Sr-isotope chemostratigraphy, and evaluates the factors that governed patterns of sedimentation, making use of previously published quantitative estimates of water-depth changes and eustasy from 2-D foraminiferal paleoslope modeling and flexural backstripping.

Each sequence is markedly wedge-shaped, thinning both landward of the rollover in the underlying sequence boundary (the point at which the surface steepens into a clinoform), and seaward of the rollover in the overlying boundary. Each bounding surface is associated with evidence for offlap--onlap geometry and at least locally with benthic foraminiferal evidence for abrupt upward shoaling. Most unconformities merge up dip into a single surface marking the Oligocene--Miocene boundary. Earliest Oligocene unconformities (33.5--31.6 Ma) merge downdip as a result of sediment starvation on the deep shelf. Conventional lithostratigraphic units within the New Jersey Oligocene are highly diachronous. For example, the base of Atlantic City Formation at Cape May (a downdip borehole) is at least 6.6 Myr younger than the top of the same formation at ACGS#4 (an updip borehole).

Factors controlling patterns of sedimentation include: (1) a terraced physiography, with gradients ranging from 1:1,000 (0.06°) on the coastal plain and shallow shelf and 1:500 (0.11°) on the deep shelf to < 1:100 (1.0°) on an intermediate slope; (2) generally low siliciclastic sediment flux, with *in situ* production of authigenic glauconite, especially during times of transgression; (3) a location landward of the hinge zone of the passive margin, with slow tectonic subsidence augmented by compaction and sediment loading; (4) low to moderate amplitudes and rates of eustatic change (10--50 m over spans of \sim 1--2 Myr); and (5) an active wave climate that permitted efficient lateral transport and complete bypass of sediment at paleodepths of at least 20 \pm 10 m.

Sequence architecture in the New Jersey Oligocene differs from that of the standard "Exxon model." Sequences are highstand-dominated, in spite of deposition and preservation largely seaward of the rollover in each underlying sequence boundary. Transgressive systems tracts are thin. Recognizable lowstand units did not form because efficient transfer of sediment across the

shallow shelf, combined with the absence of major river systems in the area of study, prevented the reorganization of sedimentation patterns commonly associated with point-source development, in spite of rates of eustatic fall considerably greater than the local rate of tectonic subsidence. Repeated eustatic rises and falls are expressed primarily by variations in paleo-water depth. Although ~65--80% of the shallow shelf that had been flooded during each rise became subaerially exposed during the subsequent fall, well developed offlap at each sequence boundary is due primarily to marine bypassing and degradation rather than to "forced regression." Sequence boundaries correspond in time at their correlative conformities not with the onset of falling "relative" sea level, but with the start of eustatic rise.

PARQUE NATURAL DE MAJONA (ISLAS CANARIAS)

INDICE

INTRODUCCIÓN

- 1. EQUIPO REDACTOR
- 2. METODOLOGÍA
- 2.1. Estudios Básicos
- 2.2. Documento Informativo
- 2.3. Documento Normativo
- 2.4. Documento Financiero y Anexo Cartográfico

3.CONDICIONANTES DE LA PLANIFICACIÓN

- 3.1. En relación con los riesgos geológicos
- 3.2. En relación con los suelos
- 3.3. En relación con la vegetación
- 3.4. En relación con la fauna.
- 3.5. En relación con las actividades humanas

I. EQUIPO REDACTOR

La redacción del Plan rector de Uso y Gestión del Parque Natural de Majona se realizó bajo la coordinación y supervisión de Inocente Carralero Jaime, técnico de la Viceconsejería de Medio Ambiente del Gobierno de Canarias. En el equipo redactor participaron además las siguientes personas:

Técnicos:

Jesús Aboal Viñas (Biólogo, GESPLAN S.A.)

Víctor M. García Díaz (Biólogo, GESPLAN S.A.)

Isabel García Fernández (Geógrafa, GESPLAN S.A.)

Pedro Romero Manrique (Biólogo, Viceconsejería de Medio Ambiente)

Jesús Villodre Cordero (Abogado, GESPLAN S.A.)

Informática y delineación:

Raquel Navarro Medina (Digitalizadora, GESPLAN S.A.)

Miguel Sánchez Campos (Delineante, GESPLAN S.A.)

Jose Andrés Sevilla Hernández (Informático, GESPLAN S.A.)

2. METODOLOGÍA

2.1. ESTUDIOS BÁSICOS

Para la elaboración del Plan Rector de Uso y Gestión del Parque Natural de Majona, el primer paso fue la contratación, por parte de la Viceconsejería de Medio Ambiente, de unos estudios básicos que recopilaran toda la información existente sobre el parque, tanto la ya publicada como la inédita (tesis doctorales, tesinas, informes, datos obtenidos durante la propia elaboración de los estudios, etc.). De este trabajo preliminar se encargó la empresa "Javier Dominguez Anadón y Asociados", que además entregó a la Viceconsejería una primera aproximación al diagnóstico del área protegida.

Durante esta fase de los trabajos, el principal problema encontrado fue que la mayoría de los estudios existentes tenían carácter insular, lo que junto a la escala utilizada, generalmente demasiado pequeña, dificultó su extrapolación a la zona en estudio. Debido a ello, esta primera información tuvo que ser utilizada como referencia base, a modo de aproximación inicial. Tan sólo mediante el trabajo de campo y la fotointerpretación (basada en fotos aéreas a escala 1:18.000), se hizo posible la adecuación de la información existente y la de nueva creación, a la escala de estudio necesaria, que se decidió fuera la 1:25.000.

2.2. DOCUMENTO INFORMATIVO

Posteriormente, mediante el trabajo combinado de técnicos de la Viceconsejería de Medio Ambiente y de GESPLAN, S.A., y utilizando como información de base los trabajos entregados por la mencionada empresa consultora, se hizo posible la redacción del Documento Informativo. Éste consta de tres partes: un inventario -tanto del medio natural como del sistema socioeconómico y territorial-, un diagnóstico y el diseño de la estrategia de gestión del espacio.

El inventario consiste en un breve resumén de las características naturales y humanas del territorio. En el mismo, el apartado dedicado al medio natural se desglosa a su vez en dos subapartados, referido uno al medio físico y el otro al medio biótico, e incluyendo cada uno de ellos la información correspondiente, bajo alguno de los siguientes epígrafes: clima, geología, geomorfología, edafología, hidrología, flora y vegetación, fauna y paisaje. De modo análogo se ha examinado el sistema socioeconómico y territorial, para el cual se han incluido epígrafes referidos a: población, actividades económicas y aprovechamiento de recursos, infraestructuras y equipamientos, planeamiento urbanístico, estructura de la propiedad y recursos culturales. Para el análisis de cada uno de estos apartados se utilizó una metodología específica, adecuada a la naturaleza del mismo.

El diagnóstico constituye la parte sintética del documento. Para la realización del mismo se procedió, en primer lugar, a valorar la incidencia que, sobre el territorio y sus recursos naturales, tienen la totalidad de los usos y aprovechamientos inventariados en el apartado precedente. Como resultado, se han podido identificar los diferentes problemas ambientales presentes en el parque, y que han resultado ser: la fragilidad de los suelos y su escasa potencialidad agraria; la sustitución en una parte importante de la superficie del parque de las formaciones vegetales autóctonas por

repoblaciones de especies exóticas y matorrales de degradación; y la existencia de una cabaña ganadera relativamente importante, que está afectando decisivamente a la vegetación de Majona. Se ha incluido en el plan una previsión de la evolución futura de Majona, caso de mantenerse la dinámica, y por lo tanto la problemática, actual.

Una parte importante del diagnóstico, a la que se pudo llegar ya en esta fase del trabajo, es la enumeración de las potencialidades del territorio, así como de los condicionantes con que se ha encontrado la planificación del mismo. En resumen, se han detectado importantes potencialidades en los campos del uso recreativo y didáctico del espacio (por sus valores geológicos y culturales), de conservación (por el valor de su vegetación y de su fauna) y de investigación (por la presencia de endemismos locales, algunos de ellos aún no descritos por la ciencia). Existen, por el contrario, importantes condicionantes debido a actividades humanas de gran arraigo que se mantienen en el parque, a la precariedad con que se mantienen los suelos en determinados lugares y, en menor medida, a la existencia de un cierto riesgo geológico.

Sin embargo, los resultados más importantes de la fase de diagnóstico se obtuvieron al contrastar la información procedente de todos los campos analizados, con vistas a identificar áreas con características homogéneas dentro del espacio protegido. Para ello fue necesario un largo e intenso proceso de debate y discusión entre la totalidad del equipo técnico participante en el plan, que dio como consecuencia la diferenciación y cartografiado de diez diferentes unidades de paisaje. Al incorporar a estas unidades la valoración de los usos y aprovechamientos, ha sido posible la distinción de hasta dieciséis diferentes unidades de diagnóstico, que pueden definirse como áreas con características homogéneas y que presentan, además, una problemática común. Estas áreas son, por lo tanto, susceptibles de recibir un tratamiento similar, mediante la previsión normativa y la futura gestión del espacio, y sirven de base, en consecuencia, para la zonificación del parque.

Para culminar la redacción del Documento Informativo, y gracias a toda la información recopilada hasta ese momento, pudo diseñarse una estrategia de gestión para el Parque Natural de Majona, estrategia que es consecuencia tanto de los valores intrínsecos del parque como de la problemática existente, de las potencialidades del territorio y de los condicionantes de la planificación. El diseño estratégico que en conclusión se diseñó para el Parque Natural de Majona se basa en tres aspectos fundamentales: la conservación de los recursos naturales del parque, incluyendo en este concepto su restauración en aquellas zonas en que sea posible, así como la investigación de los mismos; la puesta en práctica de las condiciones mínimas que permitan desarrollar una oferta de uso público; y la necesaria compatibilización o, en caso de que esto no sea posible, la eliminación de las actividades humanas presentes en Majona. Finalmente se decidió, dado que en el interior del parque natural las actividades humanas están subordinadas a la conservación de sus recursos naturales, integrar formalmente la regulación de aquellas en el apartado dedicado a conservación e investigación.

2.3. DOCUMENTO NORMATIVO

Esta estrategia de gestión ha sido la inspiradora de los objetivos a conseguir en el Parque Natural de Majona, y que figuran en el tercero de los documentos que

constituyen el Plan Rector de Uso y Gestión, tras la Introducción y el Documento Informativo: el Documento Normativo. Los tres objetivos generales a cumplir son los siguientes: Conservar y restaurar los recursos naturales y paisajísticos del área protegida; fomentar acciones que posibiliten el uso público del parque natural; y ordenar las actividades humanas presentes en el parque, de acuerdo con los fundamentos de protección.

Para la consecución de estos objetivos resultaba necesario completar el Documento Normativo mediante una reglamentación de actividades en el parque, una enumeración de directrices orientadoras, tanto para la gestión del espacio protegido como para la redacción de los Programas de Actuación que desarrollarán el plan, y un inventario de actuaciones básicas para el desarrollo del plan, que debían ser presupuestadas.

Todo esto se incluye en el mencionado Documento Normativo. Éste comienza enumerando una serie de cuestiones generales de interés, como la ubicación del espacio natural protegido, sus accesos y límites, los efectos del plan, etc.

Pero la parte principal y más importante de este documento es la zonificación, o división del parque en diferentes áreas, con vistas a diferenciar sectores que tendrán diferente destino y utilización, mediante la futura gestión del área protegida. En la zonificación del Parque Natural de Majona se han distinguido dos áreas con la consideración de Zonas de Uso Restringido; una parte de la superficie protegida ha quedado definida como Zona de Uso Moderado; y tres sectores se han delimitado como Zonas de Uso General. Los límites de todas estas zonas se han trazado a escala 1:5.000, atendiendo al estado de conservación y fragilidad de cada zona y, muy especialmente, a las unidades de diagnóstico definidas en el Documento Informativo, y en atención a la estrategia de gestión allí diseñada. Así, la zona con más restricciones de uso incluye las principales masas de monteverde de las cumbres del parque, si bien algunos enclaves de monteverde con una mala accesibilidad han quedado englobados en la Zona de Uso Moderado. Ésta incluye la mayor parte de la superficie protegida, al ser la categoría de zonificación que debe servir de escenario a las preceptivas actividades de uso público, que se pretende fomentar. Además, aquellos ecosistemas cuya restauración se ha juzgado necesaria, han quedado igualmente incluidos en la Zona de Uso Moderado. Finalmente, las tres Zonas de Uso General son lugares donde se prevé la instalación futura de equipamientos necesarios para la gestión del parque y para el mantenimiento de ciertas actividades humanas cuya continuidad se ha considerado precisa.

A continuación, se procedió a la redacción de la normativa, que podemos considerar dividida en tres grandes apartados: uno de normas de protección, otro con normas de gestión y administración y, finalmente, un tercer apartado en el que se dictan una serie de directrices para las futuras actuaciones que puedan tener lugar en el parque.

Respecto a las normas de protección hay que decir que, de acuerdo con lo dispuesto en el artículo 25 de la Ley 12/1994, de 19 de diciembre, de Espacios Naturales de Canarias, éstas distinguen entre usos permitidos, autorizables y prohibidos. Parte de esta normativa es de aplicación a la totalidad de la superficie del parque, mientras que otra parte es dictada específicamente para cada una de las categorías de clasificación en que se ha zonificado el espacio.

Las normas de gestión y administración, en cambio, establecen un marco de competencias para el futuro Director Conservador del Parque Natural de Majona.

Las directrices para la elaboración de los programas de actuación establecen una cierta orientación para el momento en que éstos sean elaborados por el futuro Órgano de Gestión y Administración del Parque Natural de Majona, aunque se establece ya desde el propio plan la necesidad de redactar tres programas de actuación: uno dedicado a la conservación y restauración, otro dedicado a la investigación, y un tercero dedicado al uso público e información.

Finalmente, las directrices para la gestión son criterios orientadores para las futuras decisiones a tomar por el futuro Director Conservador o por el mencionado Órgano de gestión y Administración.

El Documento Normativo finaliza con una serie de disposiciones en torno a la vigencia y revisión del plan rector.

2.4. DOCUMENTO FINANCIERO Y ANEXO CARTOGRÁFICO

Una vez finalizada la redacción del Documento Normativo, se procedió a valorar individualizadamente cada una de las actuaciones básicas previstas en aquel, mediante la delimitación de unidades de actuación, a las que se dio contenido económico, con el resultado de que se consiguió una previsión de gasto mínimo para la ejecución del Plan Rector de Uso y Gestión del Parque Natural de Majona.

Para la realización del Anexo Cartográfico, consistente en un mapa de zonificación trazado a escala 1:5.000, junto con un plano de referencia a escala 1:25.000, con el propósito de tener un instrumento cartográfico de la máxima precisión, se procedió a digitalizar la zonificación a la mencionada escala, para proceder a su impresión, con lo cual quedaba concluido el Plan Rector.

3. CONDICIONANTES DE LA PLANIFICACIÓN

3.1. EN RELACIÓN CON LOS RIESGOS GEOLÓGICOS

En el parque existe un cierto riesgo geológico, asociado a los fenómenos de avalanchas masivas. El último gran fenómeno de este tipo que se ha dado en el parque se produjo en 1949, al desplomarse parte del acantilado marino de Punta Majona, probablemente en relación con los intensos y frecuentes temblores de tierra asociados con la erupción del volcán de San Juan, en la vecina isla de La Palma. Los desplomes duraron varios días, haciendo retroceder el borde del acantilado muchos metros tierra adentro y generando grandes olas, que llegaron a alcanzar las costas de Teno, en Tenerife. Se estima que el volumen total de material desplomado sería de unos 8,7 Hm3 (casi 9 millones de metros cúbicos), cantidad de cierta magnitud si se compara con la gran avalancha prehistórica de Casas de El Palmar, parcialmente en el interior del parque, y que movilizó 15,6 Hm3 de materiales.

La peligrosidad de estos fenómenos se encuentra minimizada por la casi nula presencia de obras de infraestructura y núcleos de población importantes dentro del área protegida. En cualquier caso, las zonas con mayor probabilidad de producirse estos procesos son las de pendiente máxima, tanto en la línea de costa, donde la erosión marina actúa socavando la base del acantilado, como en el límite occidental del parque, donde la existencia de terrenos de la Serie I, fácilmente deleznables y sobre los que se apoyan los basaltos de la Serie II, propicia la posibilidad de que se produzcan grandes desplomes, especialmente tras la época de lluvias. De hecho, los derrumbamientos puntuales de material rocoso sobre las vías de comunicación que atraviesan el parque son generalizados debido a las fuertes pendientes, aunque son especialmente frecuentes en los tramos de vía que atraviesan los terrenos de la Serie I, en la subida a El Rejo y en El Moralito.

Otros fenómenos geológicos catastróficos, como las grandes avenidas o las erupciones volcánicas, tienen una probabilidad de ocurrencia mínima, y sus efectos además se verían minimizados por los factores ya comentados.

3.2. EN RELACIÓN CON LOS SUELOS

La elevada pendiente introduce un elevado riesgo de degradación de los suelos por erosión hídrica. El riesgo de erosión, no sólo impide la intensificación en el uso de estos suelos, sino que motiva la necesidad de poner en marcha medidas encaminadas a la conservación edáfica en este parque natural, medidas que deberían centrarse en la protección de los bancales existentes, la repoblación de las unidades aptas para ello y la regulación de la actividad ganadera.

Para las clases agrológicas descritas en el apartado correspondiente a suelos, se imponen las siguientes consideraciones: En la Clase IV se podría cultivar ocasionalmente, aunque presenta limitaciones que requieren un manejo adecuado, por lo que el mantenimiento de bancales supone una medida imprescindible para el control de la erosión hídrica. En la Clase VI, no es factible el cultivo, si bien es adecuada para mantener una vegetación permanente, pudiendo ser utilizados sus suelos para pastos o bosques; su mal uso puede conducir rápidamente al agotamiento de la vegetación, por lo que es necesario un control en el manejo de los pastos como la división racional de los rebaños, exclusión del ganado en algunas épocas del año, elaboración de un plan de pastoreo, etc. En la Clase VII, los suelos tienen limitaciones muy severas que los hacen totalmente inadecuados para el cultivo, debiendo restringirse su uso a un aprovechamiento ganadero restringido, al forestal o al mantenimiento de la vida silvestre. El uso ganadero debe implicar en estas zonas una regulación muy cuidadosa del mismo. Finalmente, para los suelos de la Clase VIII, el único uso apropiado es el mantenimiento de la vida silvestre.

3.3. EN RELACIÓN CON LA VEGETACIÓN

Aunque la presencia de pinares de repoblación impide el desarrollo normal de las especies vegetales autóctonas, no parece oportuno plantearse su erradicación, debido al papel que juegan en la protección del suelo contra la erosión. Deberían estudiarse, en cambio, estrategias alternativas que permitan la sustitución paulatina de los pinos por especies autóctonas plantadas bajo los mismos, para lo cual ya se han realizado algunas experiencias.

Las zonas libres de pinares y monteverde han sido tradicionalmente áreas de pastoreo, lo que ha provocado la existencia de una vegetación alterada, con laderas en las que abundan las especies poco apetecibles para el ganado, o aquéllas cuyo crecimiento se ve incluso favorecido por el mismo, como las especies ruderales y nitrófilas, gramíneas, etc. En estas zonas deberían emprenderse acciones que permitan conocer la evolución natural de la vegetación en condiciones de ausencia de ganado, con parcelas piloto, cercados o cualquier otra actuación que permita valorar la afección real del ganado sobre la vegetación, y la potencialidad regenerativa de ésta, con vistas a emprender en el futuro las acciones necesarias para gestionar la necesaria convivencia entre la vegetación y la ganadería en el espacio protegido.

La presencia de comunidades higrófilas ligadas a los cauces de los barrancos, con cursos de agua temporales, merece que se emprendan las acciones necesarias para garantizar el mantenimiento de un caudal mínimo, caso de que comiencen a explotarse los recursos hidrológicos del parque.

3.4. EN RELACIÓN CON LA FAUNA

Entre los hábitats singulares en buen estado de conservación y que se deberían proteger con carácter prioritario está, en primer lugar, el monteverde de crestería que ocupa desde la zona alta del túnel de Hermigua hasta la cabecera del valle de Taguluche (Roque de Las Puertas), incluyendo los altos de Enchereda y Juel y la ladera oriental del Bco. de Hermigua, así como las zonas de El Rejo y La Carbonera. Además, hay que citar los acantilados marinos comprendidos entre el Risco de Cuevas Blancas y los Riscos de Taguluche, y la zona escarpada situada en la cabecera del Bco. de Aguajilva. En un estado de conservación inferior están los barrancos de Majona y Juel.

Otra consideración a tener en cuenta es la existencia entre los elementos faunísticos de siete especies de aves amenazadas, en aplicación de las categorías de amenaza de la Unión Mundial para la Naturaleza (UICN). Dos especies se hallan en situación de "en peligro", el Águila pescadora o Guincho (Pandion haliaëtus) y el charrán común (Sterna hirundo), si bien para ninguna de ellas se ha confirmado su nidificación en la actualidad en el espacio protegido; una especie ha sido dada como "vulnerable", la Paloma Rabiche (Columba junoniae); y cuatro se consideran "raras", el Gavilán o Falcón(Accipiter nisus), el Ratonero Común o Aguililla (Buteo buteo), la Paloma Turqué (Columba bollii) y el Cuervo (Corvus corax).

No hay que olvidar en lo que a elementos frágiles respecta, la existencia de invertebrados endémicos, y en especial las especies de moluscos Hemicycla efferata y Napaeus s.n., este último aún por describir.

3.5. EN RELACIÓN CON LAS ACTIVIDADES HUMANAS

Teniendo en cuenta la situación socioeconómica general de la isla de La Gomera, parece fuera de lugar plantearse a corto plazo la eliminación de la actividad ganadera, que ha estado presente en este espacio desde hace, como mínimo, más de quinientos años, y cuya afección sobre los ecosistemas del parque natural aún está por objetivar. En cualquier caso, merecería la pena optimizar los rendimientos de la ganadería y a la

vez minimizar su impacto mediante planes de pastoreo, limitación del mismo a las zonas con mayores potencialidades en pastos, o investigando la posibilidad de introducir plantas autóctonas de interés ganadero.

Asimismo, debería procurarse el mantenimiento de los bancales en zonas como Taguluche y otros lugares de fuertes pendientes donde estos existan, como estrategia de conservación de los suelos y lucha contra la erosión, para lo cual deberían buscarse maneras alternativas de viabilizar económicamente las actividades primarias ligadas a los mismos, mediante un etiquetado específico o iniciativas de turismo rural vinculadas al mantenimiento de los bancales.

Respecto a la caza, existe una amplia zona de monte con la posibilidad de que se practique la caza furtiva de especies amenazadas, si bien la presencia del coto de caza de Los Perdigones puede ser un factor limitante para el acceso indiscriminado de cazadores de otras partes de la isla a parte de los terrenos del parque.

Paper No. 116-11

Presentation Time: 4:40 PM-4:55 PM

QUANTIFYING AND INTERPRETING LONG-TERM EROSION RATES ALONG HIGH RELIEF COASTLINES

HAPKE, Cheryl J. and GREEN, Krystal, Pacific Science Center, U.S. Geol Survey, 1156 High St, Santa Cruz, CA 95064, chapke@usgs.gov

As societal demands to live near coastlines continue to put pressure on coastal resources, areas that were once sparsely populated due to remoteness or rugged terrain are being developed at an accelerating rate. While numerous techniques have been developed and applied to measuring coastal erosion along sandy beach coasts and low-relief cliffed coastlines, little research has focused on the measurement and interpretation of erosion rates along high-relief coasts such as Big Sur, CA.

High-relief coasts are commonly found along tectonically active continental margins where rapid uplift of the terrain has produced mountain ranges immediately adjacent to the ocean. Along such coastlines, beaches are uncommon and generally confined to small pocket beaches formed where streams discharge. Marine terraces with well-defined cliff-edges may not be consistent or continuous along the coast. Erosion processes along high-relief coasts range from surficial mass movements such as slumps and blockfalls near the base of the slope to deep-seated rotational landslides that may extend from the base of the slope to the ridge top.

Along the Big Sur coastline, landslides regularly damage or block California Coastal Highway 1, the only paved transportation route along a 120 km stretch of the coast. The California Department of Transportation recently determined the need for long-term cliff retreat rates in order to develop a coastal management plan. In addition to defining the "cliff erosion feature" along the coast cliff retreat rates for nine approximately 5-km stretches of coast were calculated and compared to previously quantified slope retreat rates to assess which rate was more valid for identifying coastal hazard or vulnerability.

The retreat rates of the cliff erosion feature vary along coast and appear to be related primarily to the underlying geology. In all areas, the cliff retreat rates exceed the slope retreat rates, suggesting the entire coastline is becoming steeper and therefore is unstable and susceptible to continued landsliding. We also found that areas with the highest slope retreat rates are not the same as areas of highest cliff retreat. The highest cliff retreat rates are those with moderate to low slope retreat, suggesting that these areas are apparently experiencing faster steepening and are thus high-hazard areas.

2003 Seattle Annual Meeting (November 2-5, 2003)

Session No. 116
Coastal Processes and Hazards Along Active Margin and Low Latitude Coasts
Washington State Convention and Trade Center: 4C-3
1:30 PM-5:30 PM, Monday, November 3, 2003

© Copyright 2003 The Geological Society of America (GSA), all rights reserved. Permission is hereby granted to the author(s) of this abstract to reproduce and distribute it freely, for noncommercial purposes. Permission is hereby granted to any individual scientist to download a single copy of this electronic file and reproduce up to 20 paper copies for noncommercial purposes advancing science and education, including classroom use, providing all reproductions include the complete content shown here, including the author information. All other forms of reproduction and/or transmittal are prohibited without written permission from GSA Copyright Permissions.

Trends in ocean and coastal tourism: the end of the last frontier?

C. Michael Hall1,,

Department of Tourism, Otago School of Business, University of Otago, P.O. Box 56, Dunedin, New Zealand

Available online 31 October 2001.

Abstract

Marine and coastal tourism is one of the fastest growing areas within the world's largest industry. Yet despite increased awareness of the economic and environmental significance of marine and coastal tourism it is only in recent years that a substantial body of research has emerged. This article provides a review of some of the coastal and marine tourism literature which focuses, in particular, on the environmental impacts of tourism. The article then notes the manner within which tourism is a component of integrated approaches towards coastal and marine management and some of the strategies that are utilised to manage tourism in a sustainable fashion.

Author Keywords: Coastal tourism; Marine tourism; Sustainability; Environmental impacts; Management strategies

I Professor Michael Hall is Head of the Department of Tourism, Otago School of Business, University of Otago. He is also chairperson of the International Geographical Union Study Group on the Geography of Tourism, Leisure and Global Change.

La Dinámica Costera Comodoro y las Marejadas

Informe de los lic. Néstor Hirtz y Nerina lantanos

La acción marina modela la forma y evolución de la franja costera, mediante procesos de erosión, transporte y acumulación de sedimentos. Las Zonas de Erosión presentan retroceso de acantilados escarpados con desprendimientos, deslizamientos y desgaste de las restingas. En las Zonas de Acumulación, el mar deposita gravas y arenas.

El principal motor de estas transformaciones dinámicas es la energía del mar, a través de mareas, olas y corrientes litorales. En nuestra zona, la amplitud de mareas es alta (macromareal), la energía involucrada es muy elevada y más aún durante las marejadas, donde la energía y erosión es máxima.

La forma de la costa es consecuencia del control geológico-geomorfológico y la acción del mar

La morfología costera ha sido diseñada por el mar respetando los condicionamientos geomorfológicos y geológicos. La costa, con orientación general noreste- suroeste, presenta una alternancia de áreas elevadas o puntas con acantilados y amplias restingas, y playas bajas con entrantes. Dichas playas son de norte a sur, las de Caleta Córdova, Caleta Olivares, Restinga Alí, del Barrio Presidente Ortiz, del Barrio Gral. Mosconi y del Infiernillo (ver ubicación en Figura 1).

En términos generales, el mar erosiona las salientes acantiladas (flechas negras en la Figura 1), motivando el retroceso de la línea de costa, y acumula las gravas y arenas en las playas con entrantes. No obstante, en las marejadas erosiona sectores de playas de acumulación, como en Caleta Córdova.

La erosión de los acantilados es mayor hacia el sur del muelle de Gral. Mosconi ya que las rocas arcillosas que los componen son muy débiles. Los deslizamientos han sido frecuentes entre ambos muelles destacándose el ocurrido sobre el Cerro Chenque, en 1995. Hacia el norte, los acantilados se componen de rocas más resistentes (tobas), como puede apreciarse en la gran altura y verticalidad de los mismos, al sur de Restinga Alí.

La causa de la erosión marina selectiva sobre las restingas y puntas

Al aproximarse a la costa, debido a la menor profundidad del fondo, las olas pierden velocidad y longitud pero aumentan su altura. En las restingas (áreas planas y poco profundas), el oleaje es más elevado. Asimismo, al acercarse a la orilla, los trenes de onda de las olas tienden a ponerse paralelos a la costa local por el fenómeno de refracción. Debido a ello, convergen en las salientes aumentando su poder erosivo sobre ellas, mientras que en las entrantes las direcciones son divergentes, y por efecto contrario, se atenúa el ataque sobre la costa.

Además, existen alteraciones locales, como las que plantean las obstrucciones de los muelles al avance del tren de olas. En este caso las olas

giran hacia la zona que está al abrigo de la obstrucción, propagándose detrás de ella por un fenómeno de difracción de olas.

Un ejemplo de ello, pudo apreciarse luego de la ampliación del muelle central que modificó la dinámica costera en el interior de la bahía del Infiernillo, generando un área de abrigo al resguardar el sector sur de la acción directa del oleaje y las marejadas. Como consecuencia de ello se produjeron fenómenos de refracción, difracción y deriva litoral (migración) de los cordones de gravas que se encontraban en la mitad norte de la bahía hacia la mitad sur, generando un depósito en proximidad al puerto, inducido por dicha obra. Sin la protección de las gravas, las rocas débiles del acantilado del sector del infiernillo sufrieron una mayor erosión, experimentando un retroceso local de varios metros en pocos años. Se evidenció la efectiva protección de las gravas y su capacidad de disipación de la energía del oleaje.

La Costa como espacio común para la proyección del desarrollo de la actividad comunitaria

El estudio de los procesos de erosión costera como el descrito y de inundación, como el de la avenida Ducós, deben profundizarse a fin de abordar las soluciones integrales y eficientes sobre los sectores problemáticos o con pronóstico de riesgo futuro. El muro de la avenida Ducós ha resistido las marejadas, pero su altura es superada por la rompiente de las olas que anegan el sector bajo de tierras ganadas al mar. En la construcción de una obra de protección mediante la continuación de la escollera de rocas del puerto, o de mitigación mediante obras de disipación de la energía, debe preverse el incremento del nivel del mar para el siglo en curso (de hasta 88 cm. según estudio) y el recrudecimiento en la intensidad de las marejadas excepcionales.

Se considera adecuado planificar el desarrollo estratégico de la actividad costera contemplando las situaciones de riesgo y el modo de manejo para cada sector, incluyendo obras duraderas y eficientes en función al objetivo previsto. Debido a la elevada confluencia de actividades actuales y futuras sobre la costa, además de la protección, se debe optimizar la gestión de descontaminación de las playas, evitando la incorporación y dispersión de residuos sólidos y el vertido de efluentes cloacales e industriales sin tratamiento previo.

La contaminación de las playas es elevada. Las soluciones que incluyen el cierre y saneamiento del actual basural y la construcción de plantas de tratamiento de efluentes están planteadas. Estas tareas son parte ineludible de un plan de gestión integral de rescate de las costas para el desarrollo saludable y seguro de las diversas actividades.

(*) Departamento de Geología- Fac. de Cs. Naturales. Universidad Nac. de la Patagonia.

Guidelines for coastal and marine site-planning and examples of planning and management intervention tools

Eric Gilman

National Audubon Society, 2718 Napua'a Place, Honolulu, HI 96822, USA

Available online 7 November 2002.

Abstract

Guidelines are presented for a process to plan for the sustainable management of coastal and marine ecosystems of discrete sites. The guidelines provide an agreed starting point to initiate a site-planning effort, help organize a complicated process into discrete components, incorporate principles of community-based and collaborative management, minimize the risk of conflict by directly involving representatives of all interest groups and identifying and addressing all issues at an incipient stage, promote development of a sense of ownership and support for resulting management initiatives by all stakeholders, address the cumulative effects of adverse impacts to coastal and marine environments, and implement an integrated approach by considering all interrelated elements that affect the site through the collaboration of all interest groups. Site-planning is a process of reviewing past progress and assessing current and future issues, threats, and needs to identify priority management intervention activities that will sustain ecological, economic, and cultural values; balance multiple and often incompatible objectives; address priority threats to natural ecosystem functioning; conserve ecological processes and biodiversity; achieve sustainable development; and fulfill institutional, policy, and legal needs. Examples of intervention tools for coastal and marine resources planning and management range from developing and implementing integrated site management plans, to identifying and promoting opportunities for alternative sustainable economic income generation.

Marine Geology, Vol. 181 (1-3) (2002) pp. 265-283 © 2002 Elsevier Science B.V. All rights reserved. PII: S0025-3227(01)00271-7

Long-term cliff retreat and erosion hotspots along the central shores of the Monterey Bay National Marine Sanctuary

Laura J. Moore * Imoore@marine.usf.edu and Gary B. Griggs
Earth Science Department and Institute of Marine Sciences, University of
California Santa Cruz, Santa Cruz, CA 95064, USA

Received 19 November 1999; accepted 16 July 2001

Abstract

Quantification of cliff retreat rates for the southern half of Santa Cruz County. CA, USA, located within the Monterey Bay National Marine Sanctuary, using the softcopy/geographic information system (GIS) methodology results in average cliff retreat rates of 7-15 cm/yr between 1953 and 1994. The coastal dunes at the southern end of Santa Cruz County migrate seaward and landward through time and display net accretion between 1953 and 1994, which is partially due to development. In addition, three critically eroding segments of coastline with high average erosion rates ranging from 20 to 63 cm/yr are identified as erosion 'hotspots'. These locations include: Opal Cliffs, Depot Hill and Manresa. Although cliff retreat is episodic, spatially variable at the scale of meters, and the factors affecting cliff retreat vary along the Santa Cruz County coastline, there is a compensation between factors affecting retreat such that over the long-term the coastline maintains a relatively smooth configuration. The softcopy/GIS methodology significantly reduces errors inherent in the calculation of retreat rates in high-relief areas (e.g. erosion rates generated in this study are generally correct to within 10 cm) by removing errors due to relief displacement. Although the resulting root mean squared error for erosion rates is relatively small, simple projections of past erosion rates are inadequate to provide predictions of future cliff position. Improved predictions can be made for individual coastal segments by using a mean erosion rate and the standard deviation as guides to future cliff behavior in combination with an understanding of processes acting along the coastal segments in question. This methodology can be applied on any high-relief coast where retreat rates can be measured.

Keywords: Coastal geomorphology; Cliffs; Erosion rates; Monterey Bay; Geologic hazards; Aerial photography; Digital photogrammetry

*Corresponding author. Present address: U.S.G.S. Center for Coastal Geology, 600 4th Street South, St. Petersburg, FL 33704, USA. Tel.: +1-727-803-8747 x3123; Fax: +1-727-803-2032

NOVO METODO CRONOESTRATIGRÁFICO APLICÁVEL NAS ACUMULAÇÕES QUATERNÁRIAS DE PRAIA

Jorge Osvaldo Codignotto

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires. Pabellón II Departamento de Geología.(1428) Buenos Aires Argentina

ABSTRACT

In this work a new cronostratigraphical method is proposed for coastal forms. Analogy concept is used between seismogram scheme and the geomorphology map in coastal zones. This geometrical analogy involve too the base and top concept in sedimentary basins and proximal and distal concept in accretional deposition in coastal zo-

This method make sure: confiability in coastal cronostratigraphical study and geomorphological - stratigraphical descriptions are standarized. It makes possible to correlate and to compare several informations; isotopic age is not essential questi-

In this method the aerial photography in scale 1:20.000 or 1:40.000 is ess tial.

INTRODUÇÃO

Este método foi desenvolvido por Codignotto e colaboradores (1986). A analogia utilizada, o seja o acima e o embaixo do recheio sedimentar, e o distal - proximal da deposição acrescional cordoniforme, consiste no emprego dos critérios de Mitchum et al (1977) e de Vail et al (1977).

Se as diferenças nas escalas não são consideradas, a similitude entre as configurações de os dois esquemas é notável (figura 1).

Por analogia, o acima e o embaixo da figura 1A e equiparável ao distal e pro-! ximal da parte B da mesma ligura. De modo igual é possível equiparar o conceito de 180 superposição com 'o conceito de progradação cordoniforme.

As relações geométricas e a interpretação de cada conjunto de linhas no esquema A tem sido estudiados por Mitchum et al (1977).

Neste trabalho tenta-se analizar as configurações cordoniformes, estabelecen do analogias que, mediante a utilização de aerofotos, preferentemente nas escalas 1:20.000 ou 1:40.000, tornem possível aplicar no plano horizontal o que no plano ver tical realiza-se por meio de sismogramas.

ELEMENTOS GEOMETRICOS SIMPLES

Órientção: as linhas de cristas subparalelas são indicativas de condições hidrodinámicas semelhantes. As ortogonais às linhas mencionadas indicam a direção de acrescentamento. A linha de máxima acrescentamento é a ortogonal no sector de máxima separação entre as cristas.

Contatos:tangenciais; são indicativos tanto da passagem de um trecho de acres centamento a outro de equilibrio, quanto da transição de um sector de acumulação a outro de erosão.

Angulares: São indicativos da ausência de deposição ou de crosão.

Psedoangulares: as vezes na escala de trabalho tem-se contatos angulares aparentes os quais, na realidade, representam diminuições extremas das longitudes de on da da associação cordoniforme (figura 2, Λ e B).

ELEMENTOS GEOMETRICOS COMPOSTOS

Sobre a base de aerofotos correspondentes a uma área onde os depósitos cordoniformes são claramente identificados, podem-se estabelecer as seguintes linhas:

Linha de paleocosta mais antiga (LP). Corresponde ao traço da linha de costa mais antiga presente no sector baixo estudo. A dita paleocosta pode ser acantilada ou não, podendo também acontecer que os depósitos cordoniformes adjacentes figuem a maior altura pelos efeitos de ação geomórfica posterior, originada por um fenómeno particular de inversão do relieve, muito comum nas costas patagónicas (figura 3A).

Linha de interfase (LI). Representa o contato mar - terra. Ela é simples de marcar, e fecha o contorno do sector em estudo (figura 2).

Os pontos de união entre LP e LI devem coincidir com sectores de erosão ou não deposição. Os ditos pontos serão os pontos de fecho (F). A área encerrada denomina-se dominio (D), (figura 2).

Dentro do domínio serão traçadas as linhas morfológicas coincidentes com cristas ou seios. Por razões práticas pode-se marcar todos os seios e todas as cristas, mais também pode-se marcar só uma determinada percentagem deles. A eleição depende da escala da fotografia aérea e do distanciamento das cristas.

Linhas limitantes (LL). Correspondem às linhas de contato entre diferentes rasgos associados. Por exemplo, dentro da área compreendida entre linhas limitantes obterá-se um grupo (G), o qual está representado por um conjunto de cristas subpara-lelas depositadas em condições hidrodinámicas similares (figura 2).

Um grupo ou vários grupos conforman um sistema (S) quando a acumulação tenhase produzido em condições de estabilidade do nível do mar. Sobre esta base deve ficar claro que os sistemas estarão separados por desníveis, os quais são possíveis de identificar e determinar nos fotogramas a escala 1:20.000.

METODOLOGIA

Adjudicará-se um número de ordem crescente desde LP até LI. Isto surge de aplicar critérios geológicos de cronologia relativa no plano horizontal. Básicamente o fenômeno de acrescimento é o equivalente horizontal da sedimentação vertical.

Quando tem-se obtido o plano estratigráfico (esquema geomorfológico),(figura 1B), o qual é equivalente a seção estratigráfica de Mitchum et al (1977), procedese a realizar o plano cronoestratigráfico sobre a base da variável tempo.

Nos casos de falta de dados temporais é conveniente supor que o tempo é proporcional ao distanciamento entre cristas sucessivas considerando, para os efeitos práticos, que a velocidade de acrescentamento foi constante. Esta simplificção torna factível a aplicação do método. O distanciamiento entre cristas poderá ser proporcional a distancia média ou máxima entre cristas sucessivas segundo as convenien cias de escala. No caso de existir dados de idades, no plano cronoestratigráfico se rá levada até ditos valores.

A intersecção de contatos transportados como absissas com o tempo como ordenadas darão os pontos para começa; a desenvolver o diagrama. A união de pontos deli mitará áreas dentro do diagrama. Os pontos que tenham o mesmo valor de tempo relativo deverão ser unidos mediante uma linha reta paralela à absissa.

EXEMPLO DE APLICÇÃO NA COSTA PATAGONICA -

Puerto Mazarredo - Puerto Pajarito (Santa Cruz, Argentina), (rigura 3). localicades do sul do golfo San Jorge foram estudadas por Feruglio (1950), quem descreveu quatro níveisde terraços, dos quais os dois últimos são de acumulação marinha O mais alto deles encontra-se localizado entre os 18 os 25 m s.n.m, e o mais baixo. entre os 5 e os 11 m s.n.m., Codignotto (1983) e Codignotto et al (1986), publicaram nove idades Carbono 14, das quais três são pleistocénicas e seis holocénicas (fotograma 1, publicação autorizada pelo Servicio de Hidrografía Naval).

Do fotograma em questão, escala original 1:20.000, obtém-se o plano estratigrá fico (figura 3A), e dele o plano cronoestratigráfico (figura 3B), no qual utilizam-se

Finalmente procedeu-se a obter um plano cronoestratigráfico sem levar em conta as idades Carbono 14.

Da análise dos gráficos obtidos conclui-se o seguinte: a) as proporções das aas idades absolutas (figura 3C). reas do cronograma da figura 3B (tempo absoluto), e as áreas do cronograma de figura 3C (tempo arbitrário) mantém-se com notável similitude.b)A discontinuidade horizontal que marca o límite entre os dois sistemas (variação do nivel do mar), abrange um período de erosão e/ou não deposição.

CONCLUSÕES GERAIS

1) Conta-se com um método rápido e confiável para realizar morfocronologia em zonas costeiras com morfologia de habito cordoniforme.

2) Dispõe-se dum método que normaliza as descrições geomorfológicas - estra-

tigráficas e consequentemente as torna comparáveis e correlacionaveis. 3)O método permite realizar diagramas cronoestratigráficos sem que sejam im-

4) Existe a possibilidade que o método possa ser aplicado em outros casos geo prescindíveis idades absolutas.

lógicos do Cuaternario, cuja geomorfologia responda à geometria tratada nestre trabalho. Por exemplo em costas lacustres e fluviais sob determinadas condições. 5) Também é possível seu emprego na determinação de taxas de acrescentamento,

ritmos de sedimentação e variações cíclicas na evolução das margems de bacias.

AGRADEC IMENTOS

O autor agradece a Magdalena Koukharsky a tradução do Português e as observações realizadas.

BIBLIOGRAFIA Lib i. i. white

CODIGNOTTO, J.O. 1983. Depósitos elevados y/o de acreción Pleistoceno-Holoceno en la costa fueguino patagónica. Simposio Oscilaciones del Nivel del Mar Durante el Ultimo Hemiciclo Deglacial en la Argentina. CONICET, Actas, Mar del Plata, 12-

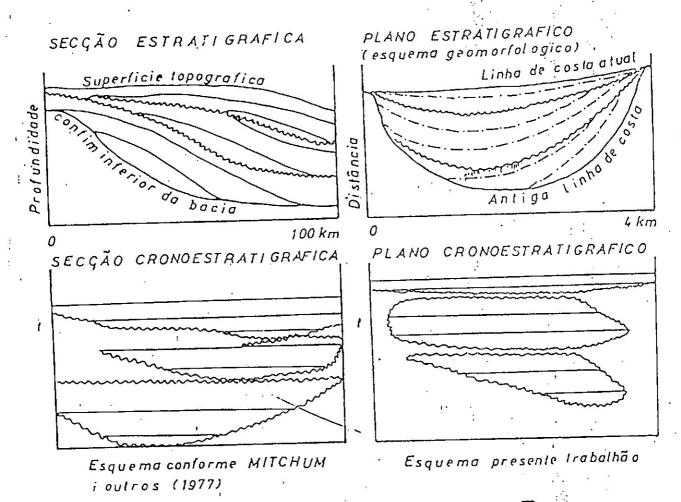
CODIGNOTTO, J.O., MARCOMINI, S.C. y SANTILLANA, S.N . 1986. Edad de las terrazas marinas entre Puerto Deseado y Bahía Bustamante. Asoc. Geol. Arg. (en prensa).

CODIGNOTTO, J.O., BEROS, C.A., TREBINO, L.G. 1986. Nuevo método cronoestratigráfico. Morfocronología en secuencia deposicional cordoniforme. Asoc. Geol. Arg. Rev. (en

FERUGLIO, E. 1950. Descripción geológica de la patagonia.Y.P.F., T III:74-196.Buenos Ai

MITCHUM Jr., R.M., VAIL, P.R. and THOMPSON, S. 1977. Seismic stratigraphy and global chan ges of sea level, Part 2: The depositional secuence as a basic unit for stra-

VAIL, P. R., MITCHUM Jr., R.M. and THOMPSON, S. 1977. Seismic stratigraphy and global changes of sea level, in seismic stratigraphy-applications to hydrocarbon explo ration. AAPG Mem. 26: 83-97. 337



A FIG.1

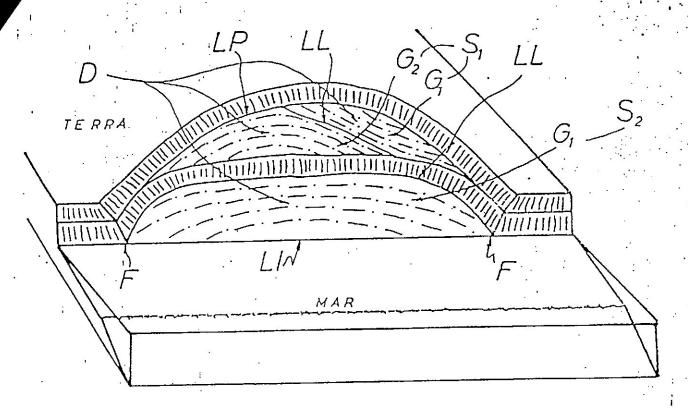
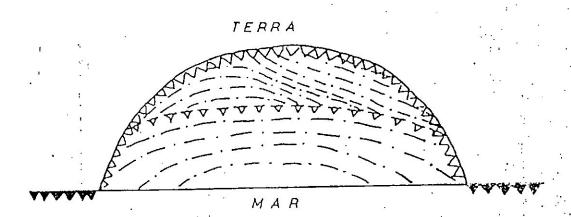


FIG. 2A Crista de praia

vista panorâmica



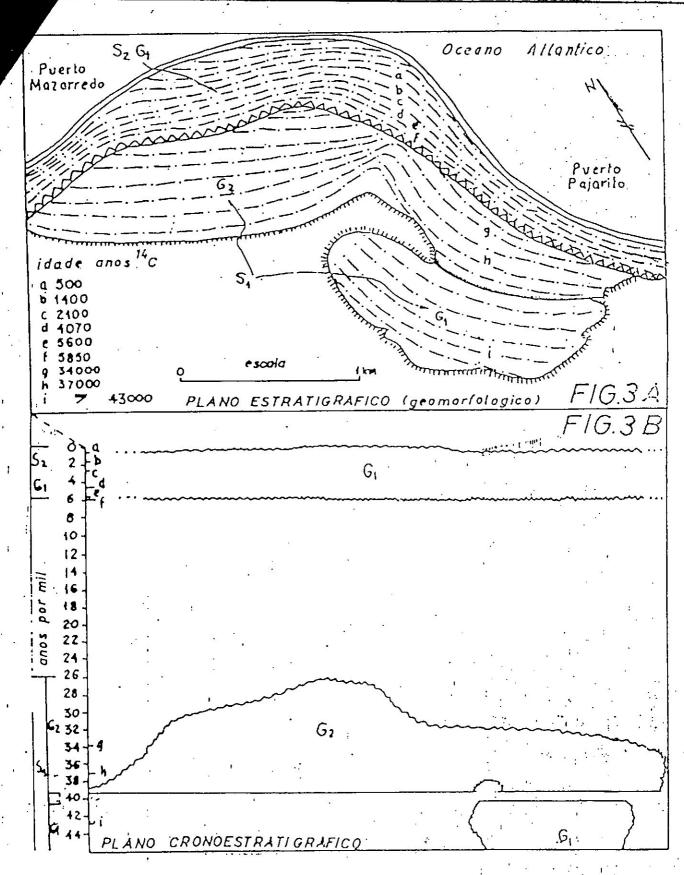
vista em planta

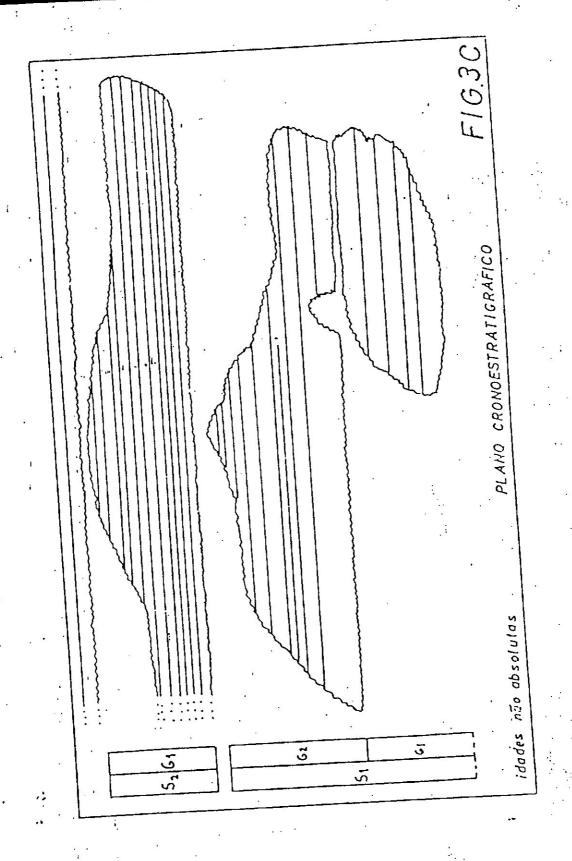
FIG. 2B

escarpa activa

escarpa inactiva

____linhas limitantes _____linhas de interfase





FOTOGRAMA 1 o escala | km

ASOCIACION GEOLOGICA ARGENTINA, REV., 1990, NLV (1-2): 9-16

. EVOLUCION EN EL CUATERNARIO ALTO DEL SECTOR DE COSTA Y PLATAFORMA SUBMARINA ENTRE RIO COIG, SANTA CRUZ Y PUNTA tracan-Vallimanca. nenus Aires. Asoc. 13-217, Bucnos Ai-MARIA, TIERRA DEL FUEGO

Jorge O. Codignotto

MARTINEZ

de Buenos Aires actas y Naturales

· las inundaciones .ulas (provincia de

nacional de hidro-Actas, (en prensa).

CARLETTO

RESUMEN: Se describen y analizan las características costaneras geomorfológicas; acantilados activos e inactivos, áreas de progradación en sus diversos tipos. Se relacionan estas formas con los agentes hidrodinámicos y glaciocustáticos, senalándose la existencia en la zona de una corriente costanera fluyente de norte a sur, factor energético principal en la evolución de la morfología secundaria. Asimismo se reconstruye la morfología primaria, en un intento de reconstrucción paleogeomorfológica de la faja costanera, que abarca poco más de 300 km de la costa fueguino patagónica, involucrando el área de plataforma.

ABSTRACT: Descriptions and analysis on geomorphological coastal features: active and inactive marine cliffs and prograding areas in their diverse types are given. These forms are relationed with the hydrodinamic and glacial-custatic agents showing the existence of a coastal current in the zone flowing from north to south, main energetic factor in the evolution of the secondary morphology. Likewise, the primary morphology was rebuilt, intending a paleogeomorphological reconstruction of the coastal zone that comprises somewhat more. than 300 km of the patagonic - fueguine coast, and its continental shelf.

INTRODUCCION

La glaciación pleistocena estuvo representada por lenguas glaciarias que se encauzaron en el relieve Havial preexistente (Nordenskjöld, 1898; Donarelli, 1917; Codignotto, 1981), comportándose ellas como glaciares de descarga. Caldenius (1932), suponía en cambio una glaciación de tipo continuo.

Una lengua glaciaria se estableció en el actual estrecho de Magallanes proyectándose hasta el oceano Atlantico, Otra descargaba la glaciación de la cordillera de Darwin, por el actual seno Almirantazgo, canal Whiteside, bahía Inútil, bahía de San Sebastián, hasta llegar al océano Atlantico.

Mas al sur, se ubicaban otras lenguas menores disfines de la pirora artesa blaciaria seno Almi, rantazgo - lago Fagnano. Sobre estos antecedentes se inició el estudio de la costa en consideración, teniendo en cuenta los trabajos de Codignotto (1969, 1976, 1983, 1984 y 1987).

MORFOLOGIA COSTANERA

La morfología entre río Coig y proximidades de punta Dungeness, puede dividirse en cuatro sectores (figura 6-D):

RIO COIG - CABO BUEN TIEMPO PUNTA LOYOLA - CAÑADON ZANJA GRANDE

2 lengons Holes

CAÑADON ZANJA GRANDE - CABO VIRGENES CABO VIRGENES - PUNTA DUNGENESS

A su vez, la faja fueguina puede dividirse en cuatro sectores:

CABO ESPIRITU SANTO - MINA MARIA MINA MARIA PUNTA DE ARENAS - EL PARAMO BAHIA DE SAN SEBASTIAN CABO SAN SEBASTIAN - PUNTA MARIA

AREA SANTACRUCENA, DESCRIPCION 1 DREVE

RIO COIG - CABO BUEN TIEMPO

Este sector está representado por un acantilado martho activo, con numerosos sectores afectados por importantes fenómenos de remoción en masa (asentamientos - deslizamientos).

El sector austral está representado por un territorio cuspidado. Son tierras bajas de acreción, que limitan por el norte con el paleoacantilado que corresponde a la antigua ribera ixquierda del río Gallegos. Hacia el este limita con las aguas del océano Atlántico sur (figura

x B. sou so lastide

PUNTA LOYOLA - CAÑADON ZANJA GRANDE

También este sector tiene la característica de constituir un área de acreción. Está representado por un área de contorno triangular, constituida por cordones litorales y paleoalbúferas (figura 1 - A, B). En el presente la zona está sometida a moderados fenómenos de crosión marina.)

CAÑADON ZANJA GRANDE - CABO VIRGENES

Desde Zanja Grande hasta el cabo Vírgenes, la línea de costa está representada por un acantilado marino activo. Este alcanza los 45 m de altura en cabo Vírgenes; aunque existen sectores próximos a cañadón Slip, en donde alcanza alturas mayores. Como lo señalara Codignotto (1969), este sector

costanero está modelado en sedimentos de origen glaciario, siendo importante señalar que casi todos los valles menores que desembocan en el mar presentan la característica de valles colgantes debido al muy veloz proceso erosivo (marino), y no al ascenso territorial. Todos los valles de los cursos fluviales comprendidos entre punta Loyola y el cabo Vírgenes son de tipo desajustados (Codignotto, 1976).

El fenómeno de erosión, que deternima la existencia del acantilado activo actual es fácilmente determinable en el campo, por las continuas caídas y/o deslizamientos de los afloramientos expuestos por la acción marina (Codignotto, 1969, 1976).

En la figura 1 - B, C, es fácilmente reconocible el fenómeno del rápido retroceso del acantilado marino activo, pues se aprecia con claridad en ella que la red fluvial muestra su tramo inferior seccionado por el continuo y veloz retroceso del frente acanti-

Escarpa
TITM Acantilado activo
Acantilado inactivo
Acantilado inactivo
Acantilado inactivo
Acantilado inactivo
Acantilado inactivo
Antígua línea de costa

O J L N W J L O V L N W J

Figura 1: Representa esquemáticamente las zonas de crosión y acreción, indicando el sentido de la corriente costanera y la tendencia crosiva general sobre la línea de costa.

Indo, Esta sh (1969, 1976), cañadón Gap, c

CABO VIRGEN

La figura 2 r geomorfológicos

La finea de Magallanes (ia sentada en el p nado, en tanto activo (sector e

do, conforman de aproximada está dividido p chileno, en do

En las área vas, se disting arrumbamien costa, que se Esa disposici ción provienci jo construció tas geoforma Estos depósi sentan el des tecido en la gallanes. La ral dentro d tura entre c



Figura 2: nes, con migranic

de origen
e casi todos
n el mar pregantes debido
ho), y no al ase los cursos fluoyola y el cabo
s (Codignotto,

ternima la exiss fácilmente deontinuas caídas entos expuestos 1969, 1976). nte reconocible Lacantilado maidad en ella que rior seccionado

al frente acanti-

OCEANO ATLANTICO

rriente costanera

.Virgenes

genes

1976

lado. Esta situación ya señalada por Codignotto (1969, 1976), queda claramente evidenciada en cañadón Gap, cañadón Slip y otros.

CABO VIRGENES - PUNTA DUNGENESS

La figura 2 representa algunos de los aspectos geomorfológicos más importantes.

La línea de costa más antigua del estrecho de Magallanes (lateral norte); se encuentra representada en el presente por un acantilado abandonado, en tanto que hacia el oeste pasa a acantilado activo (sector chileno).

El sector está ubicado al pie del paleoacantilado, conformando un territorio triangular con lados de aproximadamente 8 kilómetros. Este territorio está dividido por el límite internacional argentinochileno, en dos partes casi iguales en superficie.

En las áreas señaladas en la figura 2 como gravas, se distinguen líneas de crestas, que señalan el arrumbamiento general de las sucesivas líneas de costa, que se hacen tangentes al paleoacantilado. Esa disposición asintótica demuestra que la acreción proviene del oeste ya que otra dirección de flujo constructivo hace imposible la existencia de estas geoformas hidrodinámicamente condicionadas. Estos depósitos de gravas de textura calada, representan el desplazamiento de la línea de costa acontecido en la parte nordoriental del estrecho de Magallanes. La distancia entre crestas varía en general dentro del orden de los 4 m; la diferencia de altura entre cresta y seno es del orden de los 0,60 me-



Figura 2: Muestra la morfología del área del cabo Vírgenes, con la poco común característica de territorio migrante, representado por los vectores erosión-acreción.

tros. El área posee los restos de la costa más antigua, cuyo rumbo es este - oeste.

AREA FUEGUINA, DESCRIPCION BREVE

CABO ESPIRITU SANTO - MINA MARIA

Desde el cabo Espíritu Santo hasta las proximidades de la margen izquierda del río Cullen, la costa está representada por un acantilado que llega a tener una altura de unos 80 m, como ocurre por ejemplo en las cercanías de Tapera Norte. Estos acantilados son activás y están modelados en sedimentitas terciarias de la Formación Cullen; Petersen y Methol (1948), Codignotto (1976), Codignotto y Matumlán (1980). Asímismo este sector por causa de la activa erosión marina posee cursos fluviales de arrumbamiento paralelo a la línea de costa, encontrándose en algún caso seccionado por el rápido retroceso del acantilado (Codignotta, 1979). Por otra parte casi todos los valles llegan al mar como valles colgantes.

Al sur de la desembocadura del rio Cullen, prosigue la costa acantilada activa, cuya altura máxima es de unos 60 m en cabo Nombre (aclarando en este caso que el mismo está modelado casi exclusivamente en drift). Este, tramo de costa, de unos 40 km de extensión, es rectilineo y con rumbo aproximado nor noroeste-sur sureste. En cambio, desde el cabo Nombre hacia el sur hasta Mina María -unos 3 km- la línea de costa se incurva adquiriendo un rumbo aproximado norte-sur.

MINA MARIA ¹ PUNTA DE ARENAS - EL PARAMO

Desde Mina María hacia punta de Arenas, se aprecia un área costanera baja, representada por una espiga de unos 18 km de longitud, que cierra parcialmente la bahía de San Sebastián. Su anchura varía entre los 200 m hasta los 1200 en el sector más ancho correspondiente al paraje denominado El Páramo. Esta espiga está constituida por gravas caladas, al igual que la descripta en el área de cabo Vírgenes. Esta última es una espiga simple, en cambio la que se está tratando es una espiga compuesta (figura 3).

En el presente la espiga sigue su erecimiento hacia el sur erosjonándose sus términos más antiguos, según Codignotto (1976). El proceso es similar al descripto en la zona de Dungeness - Vírgenes, aunque en el caso de la espiga en tratamiento, lla acreción por el oeste ya ha cesado por el ascenso territorial o descenso del nivel del mar en los últimos 6000 años, lo que produjo un cambio en las condiciones hidrodinámi-

Cbo. Nombre BAHIA : SAN SEBASTIAN JEANO Según Codignotto 1976 Corriente costanera Anligua linea de costa ta. de Arenas

Figura 3: Representa los tres grupos de norfología cordoniforme que conforman la espiga compuesta de Mina María - Punta de Arenas

cas. Como se señalara, aquí también se crosionan los términos más antiguos, ello se debe al retroceso por erosión marina de los acantilados desarrollados en las sedimentitas glaciarias, a cuyo reparo hidrodinámico se encuentra la espiga. En la figura 3 se señalan tres grupos de crestas de playa. El grupo A corresponde a las

you have a mind the state of the state of the

crestas (restos), que conformaban la espiga primitiva (genéticamente similar a la ubicada al pie del cabo Buen Tiempo y al pie del cabo Vírgenes). El grupo C representa el grupo de crestas actuales que reflejan la acreción por difracción.

Ferrero et al., (1987), en la figura de la página 112, muestran que el transporte en el sector de punta de Arenas es hacia el norte en el interior de la bahía, cuando en realidad es a la inversa. Bujalesky et al. (1987), en la figura de la página 116, muestra una morfología similar aunque incompleta respecto a la realizada por Codignotto (1976, 1979). Además de no mencionar a dicho autor, señalan erróneamente el sentido del transporte hacia el norte en el interior de la bahía, a la altura de punta de Arenas.

El grupo de crestas B representa los restos de otro depósito por difracción en tiempos en que la línea de costa atlántica se encontraba más al este, estando la bahía casi totalmente abierta a la acción de las olas, es por ello que el depósito fue de muy alta energía. Esto representado por una gran extensión y grandes rodados (20 cm a 25 cm de diámetro).

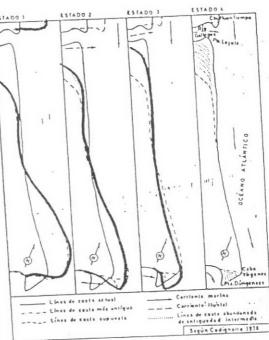


Figura 4: Il esquema dividido en cuatro estados representa una idealización de la evolución de la costa entre cabo Buen Tiempo y el cabo Vírgenes, representando el estado 4 al estado actual.

BAHIA DE S SEBASTIAN

Este sector el acreción. Una ul. la cual está consi ubicada al sur de des de cabo San sentada por grav

CABO SAN SE

Este sector pres, el primero, cabo Domingo, angosta faja de mingo y punta des holocenas turba asociada sur del cabo I presenta depá dignotto (198) 22 m y otra ho bre el nivel de

EVOLUCIO

Fueron No Caldenius (1º construcción pleistocénica

Codignot
para la zona
morfología
cuerpos ácu
en último té
se muestra
En el Es

sición relat sedimentit en sedinie el Estado de la cos.a cional. La bo Buch cuentro d te costan el área e geness. A ja Grand línea de ia Grant mo con queños vial fuc

El Esta

piga pribicada al e del cabo el grupo de eción por di-

a de la página sector de puninterior de la resa. Bujalesky i 116, muestra upleta respec-(1976, 1979). autor, señalan te hacia el norra de punta de

los restos de pos en que la a más al este, rta a la acción to fue de muy na gran extende diámetro).

Calculation for mys

This calculation for mys

This calculation for mys

The calculation for mys

la costa entre presentando el

igún Cadignátta 1976

BAHIA DE SAN SEBASTIAN - CABO SAN (SEBASTIAN

Este sector está representado por dos fajas de acreción. Una ubicada al norte del río San Martín, la cual está constituida por sedimentos finos, y otra ubicada al sur del río San Martín hasta proximidades de cabo San Sebastián, que se encuentra representada por gravas y arenas gruesas.

CABO SAN SEBASTIAN - PUNTA MARIA

Este sector puede subdividirse en dos subsectores, el primero, situado entre cabo San Sebastián y
cabo Domingo, y el segundo representado por una
angosta faja de acreción discontinua entre cabo Domingo y punta María. Auer (1959), determina edades holocenas en niveles de cenizas volcánicas en
turba asociada a los depósitos de grava ubicados al
sur del cabo Domingo. La primera de estas fajas
presenta depósitos de playa pleistocenos según Codignotto (1981, 1984), con un nivel altimétrico de
22 m y otra holocena con altimetrías de 6 - 10 m sobre el nivel del mar.

EVOLUCION DE LA LINEA DE COSTA EN EL AREA SANTACRUCEÑA

Fueron Nordenskjöld (1898), Bonarelli (1917) y Caldenius (1932), quienes primero hicieron una reconstrucción sobre el alcance de las glaciaciones pleistocénicas y su posición geográfica.

Codignotto (1969, 1976), intenta por primera vez para la zona una reconstrucción sobre la base de la morfología costanera en relación dinámica con los cuerpos ácueos. Para la zona el autor mencionado en último término propuso un modelo evolutivo que se muestra en la figura 4.

En el Estado 1 las líneas de trazos indican la posición relativa de la costa antigua desarrollada en sedimentitas terciarias al norte del río Gallegos y en sedimentitas cuaternarias al sur del mismo. En el Estado 2 comienza la crosión en algunos lugares de la costa y en otros comienza la depositación acrecional. La proto espiga ubicada al pie del proto cabo Buen Tiempo comienza a originarse por el encuentro de la corriente del río Gallegos y la corriente costanera de dirección sur. Lo propio sucede en el área equivalente al cabo Vírgenes - punta Dungeness. Al mismo tiempo, en el sector Loyola - Zanja Grande, se acreciona en forma subparalela a la línea de costa primitiva. En cambio al sur de Zanja Grande - Virgenes la crosión fue muy activa, como consecuencia de ello no solo quedaron pequeños valles colgados sino que también la red fluvial fue paulatinamente tronchada (figura 1 - B, C). El Estado 3 corresponde a un estado previo al ac-

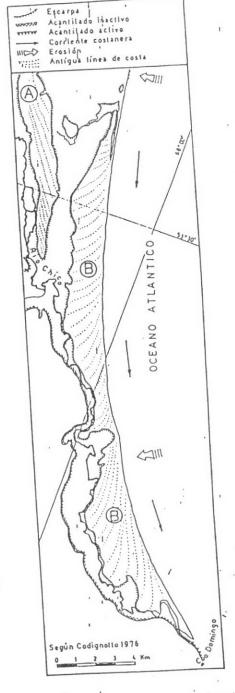


Figura 5: Señala la posición de los depósitos marinos pleistocenos (A), la posición de los depósitos marinos holocenos (N), y la disposición derivante hacia el sur del río Chico o Carmen Siva.

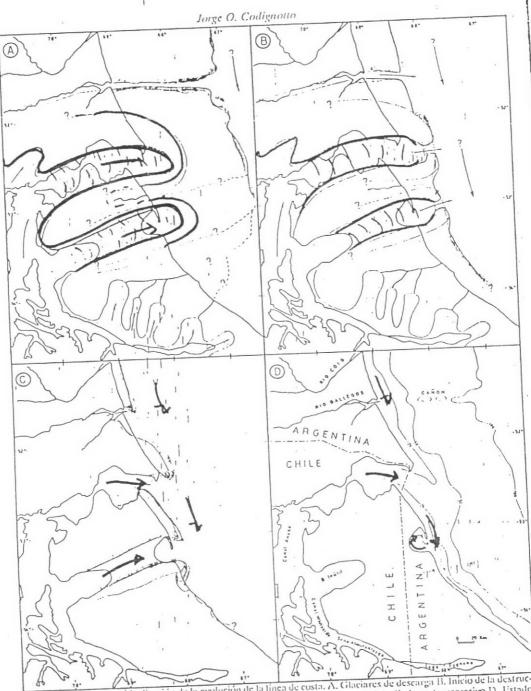


Figura 6: Muestra una idealización de la evolución de la línea de costa. A. Glaciares de descarga B. Inicio de la destrucción de los depósitos glaciarios distales por acción marina y fusión parcial del hielo C. Auge transgresivo D. Estado con del la descarga B. Inicio de la destruc-

tual. De lo historiado puede asegurarse que el área de acreción punta Loyola - enhadón Zanja Grande será destruida en forma progresiva por acción de la erosión marina por retroceso del cabo Buen Tiempo hacia el oeste. Esto consecuentemente disminuye la sombra hidrodinámica que está representada por el área de acreción, que al presente es una incipiente zona de erosión. La espiga ubicada al pie del cabo Vírgenes, si bien es erosionada por el este como ya se explicara, es simultáneamente acrelance critical lica classical classi

Finalmet
Finalmet
fológico se se se
tudinales que
tan de los fuen
soplan desde el
el rumbo de le
Teno), que pre
tros. Estos un
caran casi to
oeste presen
nen tangenci

EVOLUC

CABO ESI

Como s

VIINV VI

Como está repre cuyo orig

CABO S

El rice encuenti le), fluy bamient km del dignorb de cost sembol (figura Se e

o Carri
Atlánt
donde
el últi
cambi
so se t
ción y
gen d
sobre
bajas
está t
nlarg

cióa.

cionada por el suroeste, es decir, suponiendo un balance erosión - acreción equilibrado, este territorio tiene la particularidad de constituir un área migrante hacia el oeste al reparo hidrodinámico del también migrante cabo Virgenes.

Finalmente para completar el aspecto morfológico se señala la morfología de médanos longitudinales que se observa en la figura 2, y que resultan de los fuertes vientos casi unidireccionales que
soplan desde el oeste. Esta orientación coincide con
el rumbo de la costa acantilada activa (sector chileno), que provee arends cuya moda es 0,5 milimetros. Estos niedanos en el sector argentino enmascaran casi totalmente la incurvación que hacia el
oeste presentan las crestas de playa que se disponen tangenciales a la paleocosta.

EVOLUCION DE LA LINEA DE COSTA EN EL AREA FUEGUINA

CABO ESPIRITU SANTO - MINA MARIA

Como se señalara, este sector está sometido a una activa erosión.

MINA MARIA - PUNTA DE ARENAS

Como se explicitara previamente, este territorio está representado por una espiga compuesta sobre cuyo origen ya se hizo mención.

CABO SAN SEBASTIAN - CABO DOMINGO

El río Chico o Carmen Silva, cuya cabecera se encuentra en las proximidades de bahía Inútil (Chile), fluye hacia el océano Atlántico con un arrumbamiento general oeste-este. Ello no obstante, a 4 km del Atlántico, desvía su curso hacia el sur (Codignotto, 1976), haciéndose subparalelo a la línea de costa actual. Recorre unos 35 km antes de desembocar en el mar a la altura del cabo Domingo (figura 5).

Se concluye que en otros flempos, el río Chleo o Carmen Silva tenía su desembocadara en el Atlántico, en las proximidades del paraje La Sara, donde el curso presenta esa llamativa inflexión. En el último tramo del río, es decir entre el lugar de cambio de rumbo y la desembocadara actual, el curso se ubica entre un sector de tierras bajas de acreción y una escarpa o paleoacantilado marino (margen derecha del río), de unos 15 a 18 m de altura sobre el nivel de las tierras bajas. El área de tierras bajas ubicadas entre el río y la actual costa marina, está representada por cordones litorales en espigas alargadas y sucesivas, típicas de una costa de acreción.

La corriente de deriva hacia et sur ha producido la destrucción parcial del flanco sur del Drift Tapera Sur (Codignolto, 1984), proveyendo el material clástico necesario para la formación de depósitos de playa con material biogénico en lo que fue la paleobahía La Sara,

EVOLUCION GENERAL

La aproximación oblidua de los trenes de ola que provienen del sector nordeste (Codignotto, 1976; Pierce y Siegel, 1979), originan la corriente de deriva hacia el sur.

En la figura 6-A sé muestra una idealización del pulso glaciario. Una lengua glaciaria fluía por el actual estrecho de Magallanes, otra se proyectaba por la actual depresión bahía Inútil - bahía de San Sebastián. Hacia el sur, lenguas glaciares disfluentes descendian de la artesa glaciaria representada por el actual lago Fagnano y seno Almirantazgo. La linea de costa para ese tiempo estaba representada aproximadamente por la actual curva batimétrica de los 100 metros. Esta batimetría permite visualizar una alineación de depresiones (cañón), que corresponderían al valle del proto río Gallegos. Pero es importante señalar que posiblemente el máximo descenso marino haya estado por debajo de la actual curva batimétrica de 150 m ya que a esa profundidad, según las cartas del Servicio de Hidrografía Naval, se observan morfologías que podrían tener un origen subaéreo. Richard y Craig (en Fray y Ewing, 1963), señalan edades biogénicas de 12000 a AP (años antes del presente) para la muestra V-15-04 obtenida:a 120 m de profundidad y ubicada en los 54°78' y 63°54', y 18700 a AP para la muestra V-16-143, obtenida a 150 m de profundidad y ubicada en los 50°53' y 62°42.

Asímismo debe tenerse en cuenta que han habido en la zona más de una intervención del ciclo con la consecuente complicación. El hecho de representar un sólo pulso glaciario tiene por objeto simplificar la representación gráfica del ciclo evolutivo de la migración de la línea de costa, con una complicación que puede darse al tener en cuenta las edades de 32000 a AP obtenidas por Codignotto (1984), para los depósitos costaneros altos de la Formación La Sara, ubicados a 22 m sobre el nivel del mar actual.

La figura 6-B representa un aspecto de la transgresión pleistocena, en la cual el mar al transgredir territorio produce la ruptura de las morenas fron-

En la figura 6-C se representa el alcance de la transgresión pleistocena que deja los depósitos más bajos (6-10 m snm), en el área de La Sara, debiéndose señalar que por los datos de ¹⁴C aportados por Codignotto (1983, 1987), Marcomini et al. (1988),

in de la destrucrepresentada

amente acre-

la interrupción del flujo ácuco existente entre las actuales bahía Inútil - bahía de San Sebastián debe haber ocurrido hace unos 6000 años aproximadamente.

Finalmente la situación actual está representada en la figura 6-D.

CONCLUSIONES

La alineación de las depresiones ubicadas en plataforma entre la desembocadura actual y las islas Malvinas representan el framo (listal del valle sumergido del protó río Gallegos (cañón).

La posición de la línca de costa considerada durante el Pleistoceno alto - Holoceno ha variado su posición en forma reiterada y apreciable, involuciando en esas circunstancias amplios sectores territoriales.

La linea de costa entre el río Coig y punta Maria, independientemente de haber sufrido cambios por las variaciones del nivel del mar, ha sido sometida a un fuerte fenómeno erosivo en los alloramientos que se proyectaban hacia el mar. A la par que las entradas de mar tendieron a ser colmatadas o rellenadas con el material crosionado de esas salientes costaneras. Por lo señalado anteriormente el sector costanero presenta un cuadro de costa madura con indicios de senilidad (costa rectilinea), aunque con un elevado grado de inestabilidad erosiva.

Se comprueba la existencia de una corriente costanera hacia el sur, persistente a través del tiempo Pleistoceno - Holoceno, representando en asociación con el rango de mareas, el factor erosivo por excelencia. Esa persistencia se detecta en la deriva que afecta al río Chico o Carmen Silva, siendo éste un excelente ejemplo de río derivado, que por su magnitud es único en la costa Argentina.

TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- AUER, V., 1959. The Pleistocene of Fuego Patagonia. Part III. Shore Line Displacements. Ann. Acad. Sci. Fennicae, A 60, Helsinki: 1-247.
- BONARELLI, G., 1917. Tierra del Fuego y sus turberas. An. Min. Agric. Sec. Geol. Mineral. y Min. XII (3):
- BUIMLESKY, G., G. GONZALEZ BONORINO, A. AR-CHE, F. ISLA y F. VILAS, 1987. La espiga penInsula El Páramo, Isla grande de Tierra del Fuego, Argentina. Xº Congr. Gcol. Arg.(1), Actas: 115-117.
- CALDENIUS, C., 1932. Las glaciaciones cuatemarias en la Patagonia y Tierra del Fuego. Dir. Nac. Minas y Geol., Publ. 95: 1-135.

CODIGNOTTO, J. O., 1969. Nota acerca de algunos aspectos geológicos de la costa patagónica comprendida entre punta Loyola y el caba Vírgenes. S11N, 11ol. V1 (3): 257-263.

, 1976. Geología y rasgos geomorfológicos de la patagonia extraandina, entre el río Chico de Gallegos (Santa Crut) y la bahía de San Sebastián (Tietra del Fuego). Tesis Doctoral. Univ. Bs. As., Fac. Cs. Exactas y Nat. (MS).

, 1979. Hojas Geológicos 63a Cullen, 64a Bahía de San Schastián y 65h Río Grande, Servicio Geológico Nacional (inédito).

y N. MALUMIAN, 1981. Geologia de la región al norte del paralelo 51 de la isla Grande de la l'Tierra del Fuego. Asoc. Geol. Arg., Rev. XXXVI (1): 44-88.

, 1983. Depósitos elevados y/o de aereción Pleisioceno Holoceno en la costa fueguino patagónica. Simposio Oscilaciones del Nivel del mar durante el último hemiciclo deglacial en la Argentina. Mar del Plata, abril 1983. Actas: 12-26.

, 1984. Estratigrafia y geomorfología del Pleistoceno Holoceno costanero entre los 53°30' y 47'00' sur. Argentina. IX Congr. Geol. Arg. (1) Actus: 513-519.

Fuego y Buenos Aires, Asoc, Geol, Arg., Rev. XI.II (1-2): 208-212.

FERRERO, M., G. GONZALEZ BONORINO, A. AR-CHE, F. ISLA y F. VILAS, 1987. La llanura intermareal de la bahla San Sebastida, Isla grande de Tierra del Fuego, Argentina. X Congr. Geol. Arg., (1), Actas: 111-113.

FRAY, C. yM. EWING, 1963. Wisconsin sea level in southern hemisphere as indicated in continental shelf sediment. Proc. Acad. Nat. Sci., Phila., 115: 113-152.

MARCOMINI, S. C., R. R. KOKOT y J. O. CODIG-NOTTO, 1988. Edades ¹⁴C del Holoceno Marino Argentino, Distribución e Interpretación. Simposio Internacional Sobre el Holoceno en América del Sur. Resúmenes, 7. Paraná.

NORDENSKJÖLD, O., 1899. Notes on Tierra del Fucgo. An account of the Swedish Expedition of 1895-1897. Scott Geograph, Hagaz, Edimburg, XIII: 393-

PETERSEN, C. S. y E. J. METHOL, 1948. Nota preliminar sobre rasgas geológicas generales de la parción septentrianal de Tierra del Tuego. Asoc. Geol. Arg., Rev. III (4): 279-291,

PIERCE, J. W. y F. R. SIEGEL, 1979. Suspended particulate matter on the southern argentine shelf. Mar. Geol., 29: 73-91.

Recibido: 9 de marzo, 1988 Aceptado: 24 de abril, 1989

JORGE OSVALDO CODIGNOTTO

Departamento de Geología Facultad de Ciencias Exactas y Naturales Ciudad Universitaria, Pahellón II 1428 - Buenos Aires CONICET

and the first section of the section

APARTA RIO DE I

> RESUMEN equipos sís ceno inferi Se muestra rior y sus t

mic system early Hole rence in s

ta resol
Ibis) co
se grafi
te integ
ciplina
drográ
do con
Río do
el Río
el com
nario
respa
a con

En e Hevó a c

> sismi lo 25 lo 24 234, se o una nes

1:1

A control of the property of t

\$151

ACTAS 2000. Ang. Geol. Apl. 111.: 111 1X, 95-106 (1995) Ba. As.

DETERMINACION Y CUANTIFICACION DE LA DERLYA LITORAL EN LA COSTA ESTE DE LA PROVINCIA DE BUIENOS AIRES. METODO GEOMORFOLOCICO,

Roberto R. Kokot, 13

Departamento de Geologia - F.C.I., y H. Universidad de Buenos Aires. Av. Angel Gallardo 470 - (1405) Illimin Aires - ARGENTINA 1 CONICET - Museo Argentino de Clemetar Naturales

RESUMEN

hidrodinámico actual perduró a le Intigente (IXX) años. Se presenta una fórmula que La disposición de una ecipiente interior na gancino permitió establecer la relación entre geoformas y dinámina "atlancra", obteniendose la dirección permite conocer la dirección de creminisme, de una espiga conociendo el ánguio de predominante de olas que le dierun intigen y aximismo determinar que el esquema incidencia de olas sobre la linea de trata,

permite valorar los procesos hidralináninya, determinando si un tramo de costa se encuentra en erosión o acreción, mentranelas elistintos casos de posible evolución de la linea de costa respecto a la incidente de presenta de olas.. Por último, al analizar mediante el mismo el tramo de overa entre Finamar y Punta Rasa, se recomienda la estrategia a seguir para evitar la ettestan in migrar los daños producidos por la acción Se presenta un método con una contiliración relativa de la deriva litoral que marina sobre la línea de costa.

INTRODUCCION

5 m de altura sobre el nivel del nast (17,7, 21/4)119 y Aguirre, 1993). Este sector fue a partir de un cabo existente al sur de Printa Médanos, Violante (1988), (Codignotto y Aguirre, 1993). Mazzoni y Spaktii (1772) a través de estudios sedimentológicos determina la dirección de transporte litra (1/1/1/1/1952) Marcomini (1993) comprueban La localidad estudiada está en el 17% de la provincia de Buenos Aires (figura El sector correspondiente a la cipiga de tarte alla da entre Punta Médanos y Punta Rasa tiene un ancho variable, entre 19 y 1; K.n. y - ets constituido por crestas de playa de generado durante la última transpratión ieneras (Dangaus, 1983) y habria enecido la dirección de deriva litoral por las elegans de areción y erosión provocados en una 1) y es parte de la provincia prolitiera de la manda Cuenca del Salado (Bracaccini, 1972) y de la provincia geomorful/zira 12: 1 Pampa Deprimida (Frenguelli, 1950). estructura semipermeable de Santa Terreza.

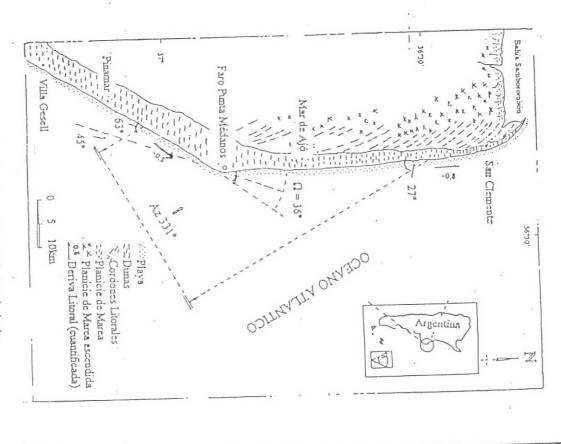


FIGURA 1. Geomorfología y dirección resultante de incidencia de olas-

Siguiendo el criterio de Johnson (1919), esta espiga puede clasificarse como compuesta, con su sector proximal adherido a un antiguo cabo próximo a Punta Médanos, y su sector distal, representado por proyecciones territoriales en forma de gancho en Punta Rasa. La evidencia de espiga compuesta se encuentra representada por sucesivos ganchos que se encuentran a lo largo de esta geoforma (figura 1). El sector está parcialmente cubierto por dunas que obliteran algunas de las geoformas aquí descriptas.

ubicada una zona de balacarios que durante el verano se encuentra ocupada por gran , cantidad de turistas, debido a su proximidad a centros urbanos densamente poblados casos son graves. La población demandó la ejecución de obras para proteger sus años, los edificios próximos a la línea de ribera han sufrido daños, que en algunos construcciones destinadas a la vivienda, al comercio y a la recreación. En los últimos personas y distante unos 300 km . En estos balnearios hay gran cantidad de como el Gran Buenos Aires con una población aproximada de diez millones de propiedades y rápidamente aparecieron los proyectos que "pretenden" solucionar obtiene la materia prima "arena" de la playa y del médano. Las conclusiones y verificando acreción en Punta Médanos y Punta Rasa. El resto de los sectores Municipio de la Costa reconoció sectores de acumulación y sectores de erosión, propiedades y otras corren serio peligro. Codignotto (1993), en un informe para el situaciones que en algunos casos se tornan dramáticas, ya que se han perdido mal manejo del área costera y que la construcción de estructuras "protectoras", podría recomendaciones de ese informe indican que la zona se estaría erosionando por e de erosión son de origen antrópico, debido a que la industria de la construcción corresponden a zonas de erosión en distinto grado. Este autor indicó que las causas generalizar la crosión. En el sector costanero comprendido entre Punta Médanos y Punta Rasa está

Por lo tanto, es peligroso encarar trabajos que modifiquen el sistema dinámico costanero sin la ejecución de estudios que avalen los posibles cambios a realizar. En este trabajo se pretende dar los lineamientos generales sobre deriva litoral y dinámica costanera. La idea es presentar un modelo integral de circulación costanera y dejar sentado que cualquier alteración del entorno provocará una modificación en la hidrodinámica. Esto puede ayudar a la planificación de posibles obras y descartar otras que podrían agravar la actual situación. Dentro de este criterio, es importante la predicción sobre comportamiento costanero, ante posibles distintas situaciones hidrodinámicas, ya que el conocimiento de las mismas ayudan a evitar los daños que pueden surgir por un manejo inadecuado del ambiente costero y así reducir el impacto ambiental.

METODOLOGIA

11.

Se estudia la geomorfología e hidrodinámica de un sector de costa de la provincia de Buenos Aires de acuerdo a dos objetivos distintos: a) predicción de la

Contraction to the second second second second

and francisco differentiality

evolución del contorno enstanceo ante posibles distintas situaciones de incidencia del tren de olas sobre la linea de costa y b) reconstrucción de las condiciones dinámicas que generaren dicha contorno, según método desarrollado por Kokot (1995). En la figura 2 se presenta un diagrama de flujo indicando el desarrollo secuencial del proceso marino sobre la linea de costa y su posible doble entrada, permitiendo interpretar los objetivos propuestos.

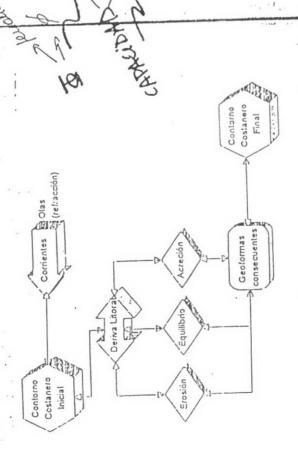


FIGURA 2. Diagruma de Nujo indicando la mecánica de los procesos litorales.

El primer objetivo consiste en analizar la evolución de un sector de costa al lamamos contorno extanero inicial, para su estudio se efectuaron tareas de campo, interpretación y medición de imágenes satelitarias, fotografías aéreas y mapas. Como se indica en la figura Z-el contorno extanero fue afectado, refracción mediante, por la acción marina (olas y corrientes), resultando una zona de transporte litoral que puede estar tanto en erosión, acreción, o sujeta a equilibrio diámico. El litoral que puede estar tanto en erosión, acreción, o sujeta a equilibrio diámico. El resultado es la generación de geoformas que llamamos consecuentes, que pueden ser estables o inestables respecto a la dinámica actuante. Al contorno costanero

with the side

resultante del proceso marino lo denominaremos contorno costanero final. Puede implementarse este método cuantificando la energia de las olas y la determinación de corrientes, para lo cual son necesarias múltiples mediciones de campo, tales como pendiente de la playa, altura de ola, período de ola, ángulos entre el frente de ola y pendiente de costa.. Este método observacional es muy laborioso y requiere efectuar la línea de costa.. Este método observacional camy laborioso y requiere efectuar mediciones durante períodos prolongados. Un resultado estadístico de todas las variables en juego requiere mediciones diarias durante muchos años.

El segundo objetivo, surge de analizar un contorno costanero al que consideramos consecuente o final, por lo tanto, la tarea consiste en obtener las condiciones dinámicas que lo hicieron posible. Para este análisis es importante establecer algunos conceptos. Zenkovich (1967) cuando se refiere al transporte litoral define filito a lo largo de la costa como el movimitento de la masa de material desplazado a lo largo de la plava y de la plava sumereida por la acción de las colas de corrientes. Al valorar el fiujo de material considera su Capacidad que es la cantidad un secior dado de costa, en un tiempo dado. Este flujo depende de la cantidad un secior dado de costa, en un tiempo dado. Este flujo depende de la cantidad cuando el paso de la ola forma el angulu 4 con la lifica de costa. El incremento o distininución de este angulo seguifica una disminución en la capacidad del follujo. Este distininución de este angulo seguifica una disminución en la capacidad del follujo. Este distininución de este angulo seguifica una disminución en la capacidad del follujo. Este distininución de este angune el máxima el angulo de con la lica angulo de las olas que se con el máxima este de seguiresponde a con el máximo de las funciones sen 2x y senaccosa utilizadas por dichos autores.

Electudio de la capacidad del flujo medio sobre un periodo largo, requiere la resultante de la energía del regimen de olas y su dirección. Si aceptamos que el máximo transporte se obtiene cuando $\Phi = 45^\circ$, se puede establecer una cuantificación relativa de la deriva litoral. Por lo tanto si graficamos los valores, ángulo de incidencia versus deriva litoral de acuerdo a la función y = sen 2a (Longuet-Higgins, 1970) ó y = sena. cosa (Inmany Bagnoid, 1963), (Komar, 1976) se obtiene la figura 3. Con el objeto de cuantificar el vector deriva litoral dentro de intervalos utilizables, se decidió elegir los valores extremos 0 y 1, para ausencia de deriva litoral y deriva litoral máxima respectivamente, tomando intervalos de valor 0,1. Para ello se calcularon los ángulos correspondientes a lo mismos resultando:

 Angulo de Incidencia	(grados)	45.00	32.08- / 57.92-	26.56" / 63.44"	22.21.7 67.79	18.43 / 71.57	15.00° / 75.00°
Vector Deriva Litoral	(adimensional)	-	6.0	8.0	. 0.7	9.0	. 0.5

Manual Company of the Party of

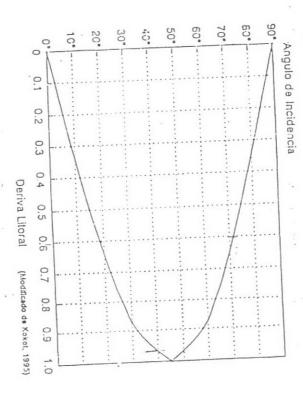


FIGURA 3. Deriva litoral en función del óngulo de incidencia-

figura 3, teniéndose en cuenta que esta cuantificación es relativa ya que considera la energía de las olas incidentes como constante. Con este metodo, y conociendo los incide con un determinado ángulo, se puede descomponer orcho contorno en costa a analizar. Si se desea obtener un valor intermedio puede ser obtenido de la tabla permite cuantificar los vectores "Deriva Lioral" en un determinado sector de segmentos de costa y electuar una cuantificación relativa del transporte litoral. Esta factores actuantes, se puede determinar el ángulo con que las formas libres Zenkovich (1967), en este caso una espiga compuesta, progradarán en relación a la Al analizar la evolución del contorno costanero para un tren de olas que

disposición de la costa original. Jel & invidencia

RESULTADOS

de costa a partir de la cual deriva material hacia el norte, es SO-NE , y la espiga es aproximadamente orientada en dirección Az 358*, y dado que la dirección de la línea desviándose de la dirección de la costa de la cual proviene el sedimento que de no ser así la geolorma se erosionaría o cambiaría de dirección de crecimiento. Las estamos en un caso en el que a>45. La espiga estará orientada en una dirección proviene el sedimento cuando el ángulo de incidencia de la ortogonal de olas es a constituye. Una espiga crece siguiendo la dirección de la figura 1 y cuantificar los valores de deriva litoral con ayuda de la 3. dos direcciones con igual capacidad de transporte litoral se pueden observar en la tal que las capacidades de flujo en los dos sectores donde inciden las olas son iguales. una forma libre cuya dirección de crecimiento está condicionada por el ángulo de 3 45°. En este caso, la espiga progrado cambiando de dirección, por lo tanto neidencia de los trenes de olas, tenemos un ejemplo de espiga que prograda La espiga desarrollada entre Punta Médanos y Punta Rasa está linea de costa de la cual

De la figura 1 resulta:

 $\Omega = 2\alpha - 90^{\circ}$ (1), (Kokot, 1995)

 $\alpha = \text{angulo}$ de incidencia de la oriogonal al tren de olas respecto de la línea de costa $\Omega = \text{angulo}$ que forma la dirección de la línea de costa de donde provienen los para α distinto de 90° y $\alpha > 45°$, siendo

ángulo de incidencia del tren de olas sobre la línea de costa, pero en este caso conocemos el contorno costanero final. Observando la figura 2 y haciendo el análisis Esta formula permite calcular el ángulo de crecimiento de una espiga conociendo el inverso a partir de (1) resulta sedimentos con la espiga resultante

satelitarias): Como conocemos el valor de $\Omega=36^{\circ}$ (obtenido de la medición en imágenes $\alpha = \Omega + 90^{\circ}/2$

Salara

por las geoformas existentes y no significa desconocer las múltiples direcciones de nocidencia de olas sobre dicha línea de ossis. Por otra parte coincide con la estimación hecha por Lanfredi y Sabradores (1978), de acuerdo a Parker et al (1978), entre Villa Gesell y Punta Médanos. Este ángulo corresponde a un azimut de 331ª corresponde al ángulo de incidencia de las 614s, en el sector de costa comprendido que mediante métodos observacionales determinó una dirección general de olas para la ortogonal de tren de olas incidentes. Esta condición de deriva y transporte el ángulo de incidencia de los trenes de olas producirá un cambio en las condiciones provenientes del sudeste. Esto permite establecer que las condiciones hidrodinámicas se mantuvieron a lo largo de aproximadamente 6000 años, ya que esta es la edad de itoral en los segmentos de costa analizados es la estadística o resultante, evidenciada Cualquier cambio en

con la consiguiente variación en el sistema erosión - acreción.

Constitute Mades was 5

103

Sc pueden estudiar los siguientes casos, figura 4, en los que se indica con un valor de azinut geográfico la ortogonal al tren de oias incidente sobre la linea de costa y con un valor correspondiente al ángulo de incidencia el vector deriva litoral obtenido de la figura 2. Para este estudio, se denomina sector Norte al tramo de costa comprendido entre Punta Médanos y Punta Rasa y sector Sur al ubicado entre la localidad de Villa Gesell y Punta Médanos. Se debe tener en cuenta que el anidisis se realiza dividiendo la línea de costa en segmentos en los cuales las olas inciden con distinto ángulo, por lo tanto, el vector deriva litoral toma valores diferentes. Si al cuantificar relativamente estos vectores, se pasa de un valor menor, significa que en el segundo sector hay acresión; y viceversa si se pasa de un valor menor a otro mayor, significa que hay crosson en el segundo.

Debido al interés que presenta el "recurso playa", indicaremos como situación favorable la condición de playa en acreción y como desfavorable la de playa en

1. Olas provenientes del NE, incidencia Az 2258.

Esta situación provoca crosión en el sector norte y acreción en el sur. Existe la posibilidad de originarse una espiga cuya dirección de progradación es Az 178°. De persistir la situación, es favorable para el sector sur y desfavorable para el norte.

2. Olas provenientes del E, Incidencia Az 270º.

Leve erosión en el sector norte y fuerte erosión en el sector sur. Situación muy desfavorable para el sector sur con erosión concentrada en Punta

Midanos maj acatavaran para ci

3. Olas provenientes del SE, Incidencia Az 325°.

El sector sur puede estar en equilibrio dinámico, si el área de aporte de arena ubicada al sur de Villa Gesell asegura un suministro constante en estas condiciones, de no suceder esto, estariamos en presencia de flujos no saturados que provocarían erosión en este tramo de costa.

El sector norte se ve sumamente perjudicado bajo esta situación que es de máxima

4. Olas provenientes del S, Incidencia Az 0º

Se repite la situación anterior respecto al sector sur, pero con la exigencia incrementada respecto a la carga necesaria para saturar el flujo a lo largo de la costa. En el sector norte no hay incidencia de olas y de persistir esta situación crecería una espiga según Az 34°.

DISCUSION

Del análisis de los casos preædentes, surge que el sector norte se encuentra

E 56.

E 79.

Rumbo do ortogonales do ola

A Arcessioa

E 50.

A Arcessioa

E 60.

A Arcessioa

E 70.

A A

FIGURA 4. Cuatro posibles escenarios, respecto al ángulo de incidencia de olas.

naturalmente en acreción y que únicamente se erosionaría si se interrumpe el aporte de sedimentos provenientes del sur. Igualmente se presentaria una situación destavocable si debido a un cambio elimático cambiaran de posición los centros antiodónicos y en consecuencia las áreas generadoras de olas con el consiguiente arribo de las mismas con otro ángulo de incidencia. De la observación de la figura 4, se deduce que las olas provenientes del SE son particularmente desfavorables a

おとれなるないのではないでは、我はあるないですというのはないで

Discussion Fider

este sector y que esa dirección de incidencia de olas no se encuentra muy alejada de la condición imperante actualmente, mostrando la fragilidad del Lequilibrio? actual Los sectores norte y sur se encuentran en "competencia hidrodinámica" debido a que según varie la incidencia de olas, cambiará rápidamente el sistema acreción / crosión.

Dado que en el sector norte hay varios lugares en erosión, y de acuerdo con Codignotto (1993), esto se debe a mal manejo o erosión provocada por acción antrópica, ya que se extrae arena para la construcción de la faja costanera (playa y duna). Sumado a esto existe presión demográfica y competencia para construir sobre la zona ribereña, ya que es la zona económicamente más rentable para el turismo, a para solucionar el problema ; se intenta fortalecer la línea de dunas mediante la Para solucion de diques, malecones o muros de contención. Como es sabido se construcción de diques, malecones o muros de contención. Como es sabido se si el suministro natural de arena no compensa las pérdidas desaparecerá toda la playa. La construcción de espigones también es perjudicial dado que la erosión playa. La construcción de espigones también es perjudicial dado que la erosión construcción de escolleras paralelas a la costa, ya que si bien ayudarían a la acreción en el sector de construcción de las mismas, igual que en el caso de espigones acrecentaría el problema " deriva abajo" de las estructuras.

Debido a que en algunos lugares se eliminaron las dunas que podrían haber allimentado naturalmente las playas después de los períodos de tormenta, deberá hacerse artificialmente lo que el sistema hacia naturalmente. Por lo tanto si se quiere recuperar rápidamente la playa deberá rellenarse con material proveniente de otro sitio los lugares comprometidos y si se quiere respetar la pendiente natural de la playa este debe ser de similares características granulométricas al existente en la piaya este debe ser de similares características granulométricas al existente en la piaya este debe ser de similares características granulométricas al existente en la piaya.

misma. Se presentan tres posibles lugares para la obtención de arena. Figura 1. Se presentan tres posibles lugares para la obtención de arena. Figura 1. A) En el sector ubicado en la playa sumergida frente a Punta Médanos. Esta A) En el sector ubicado en la playa sumergida frente a punta mas que sacar material del sistema que después es naturalmente extracción no haría mas que sacar material del sistema que originaría erosión aguas distribuido por la dinámica costanera imperante, lo que originaría erosión aguas

abajo de la deriva.

B) De algún lugar correspondiente a la espiga en gancho pero que esté fuera de la B) De algún lugar correspondiente a la espiga en gancho pero que está dinámico actual dinámica costanera. Estos lugares serían desde el punto de vista dinámico considerados como aceptables ya que se aporta nuevo material al flujo costanero. El inconveniente es de orden económico y técnico, ya que el costo de obtención (se hallan en terrenos privados) y el transporte concarcean la propuesta, además se hallan en terrenos privados) y el transporte están parcialmente edafizados.

C) Si se extrae material de la proción distal de la espiga (Punta Rasa), esto no C) Si se extrae material de la proción distal de la espiga (Punta Rasa), esto no producirá modificaciones apreciables en la dinámica costanera ya que este es el "final producirá modificaciones apreciables en la dinámica costanera ya que este es el "final de viaje" para el recorrido de las particulas que provienen desde el sur. El problema de l'transporte, como en el caso anterior, también encarece el proyecto. De aceptarse del transporte, como en el caso anterior, también encarece un estudio que indique los la idea de extrace material del sector deberá hacerse un estudio que indique los valores de acreción anuales, ya que si la extracción supera ese valor, el sector se

erosionará. Debe agregarse que el lugar <mark>es una reserva faun</mark>ística de importancia ya que es zona de llegada de numerosas a<mark>ves que migran desde y hacia el</mark> hemisferio norte.

Antes de tomar decisiones deberán evaluarse los costos monetarios y sociales de la estrategia a adoptar. En este trabajo, se apoya el criterio de Codignotto (1993), en donde se indica como primera medida el freno de extracción de arena sobre la línea de costa. El segundo paso a adoptar sería el de efectuar artificialmente el relleno de las zonas afectadas, realizar el abandono urbano de la faja costanera inmediata a la línea de ribera, incluyendo los denominados balnearios, respetar el primer cordón de dunas-acdaño a la playa que de haberse destruido podrá regenérarse mediante métodos artificiales de entrampamiento de arena como los que se están poniendo en práctica en el Municipio de Pinamar.. De otro modo, la construcción de defensas sólo logrará destruir el "recurso playa", principal fuente de ingresos-de la zona.

CONCLUSIONES

Se determina la existencia de una espiga compuesta, en gancho que prograda de manera tal que no sigue la dirección de la finea de costa de donde provienen los sedimentos que la conforman y se establece la relación existente entre la dirección de crecimiento y la dinámica actuante. Esta relación indica que la ortogonal al tren de olas estadístico o resultante que da origen a la espiga tiene un valor de azimut de 331 y forma un ángulo de 61°, obtenido con la fórmula $\alpha = \Omega + 90^{\circ}/2$, con la línca de costa comprendida entre Villa Gesell y Punta Médanos. El esquema hidrodinámico que dio origen a la actual configuración costanera se mantuvo a lo largo de aproximadamente 6000 años.

La zona entre Punta Médanos y Punta Rasa se encuentra naturalmente en acreción. Los problemas de erosión son debidos al mal manejo costero resultantes de la deficiente planificación urbana y acción antrópica directa sobre el sistema playaduna cuando se extrae arena. La recuperación de la playa podrá hacerse mediante el relleno artificial de las zonas afectadas, donde el material deberá obtenerse de sectores no involucrados en la actual dinámica costanera, ya que cualquier acumulación en un sector será a costa de erosión en otro. Se deberá tener en cuenta la possibilidad de abandonar los sectores edificados sobre el cordón de dunas para permitir su autorecuperación y favorecerla mediante métodos de trampas de arena..

 Se demuestra la utilidad del método geomorfológico para determinar y cuantificar fenómenos erosión/acreción en costas cordoniformes.

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Jorge Codignotto por las sugerencias aportadas y la revisión crítica del

presente trabaio.

LITERATURA CITADA

BRACACCINI, O.I., 1972 Cuenca del Salado, en A.F. Leanza (Dir. y Ed.) Geología Regional Argentina. Acad. Nac. de Ciencias Córdoba, 407-418.

CODIGNOTTO, J.O., 1993. Informe; Reconocimiento expeditivo. Municipio de la Costa. Concejo Deliberante: 10p. Informe Inédito.

CODIGNOTTO, J.O. and AGUIRRE, M.L., 1993. Coastal evolution, changes in sea level and molluscan fauna in northeasternArgentina during the Late Quaternary.

DANGAVS, N.V., 1983. Geología del complejo lagunar Salada Grande de General Marins Geology, 110, 163-175.

Lavalle y General Madariaga, provincia de Buenos Aires. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 38(2):161-174.

FRENGUELLI, J., 1950. Rasgos generales de la morfología y la geología de la Provincia de Buenos Aires. LEMIT, La Plata, 2,33, 72pp.

INMAN, D.L. and BAGNOLD, R.A., 1963. Littoral processes. In Hill, M.N. (Ed), The Sea, V3, 507-525. New York: Interscience.

IOHNSON, D.W., 1919. Shore Processes and Shoreline Development. John Wiley &

KOKOT, R.R., 1995. Littoral Drift, Evolution and Management in Punta Médanos, Sons, Inc. New York, 584pp.

KOMAR, P.D., 1976. Beach Processes and Sedimentation. Englewood Cliffs, New Argentina. Journal of Coastal Research, 12 (2), en prensa.

LANFREDI, N. y SALVADORES, S., 1978, Estadística de observaciones visuales de olas y vientos - Mar de Ajó - Pinamar, 1976. Informe Técnico s/n. COPUAP -Jersey: Prentice-Hall, 429p. SIHN (Inédito)

LONGUET-HIGGINS, M.S., 1970. Longshore currents generated by obliquely LOPEZ, R.A. y MARCOMINI S.C., 1993. Variaciones Morfodinámicas Costaneras provocadas por el espigón NI, Santa Teresita. ACTAS Asoc. Arg. Geol. Apl. Ing.; Vol. incident sea waves 1. Journal of Geophysical Research. 75, 6778-6789.

MAZZONI, M. y SPALETTI, LA. 1978. Evaluación de procesos de transporte de arenas litorales bonaerenses a través de análisis texturales y mineralógicos . Acta Occanogaphica Argentina . II-1:51-67. 71, 153-163. Buenos aires

VIOLANTE, R.A., 1988. Geologia de la "planicie costera" entre Villa Gesell y Faro Querandí, provincia de Buenos Aires. Doct Thesis Geol N*507. Fac Cs. Nat. Mus. geológicas de los bancos alincados (linear shoals) frente a Punta Médanos, Provincia PARKER, G., PERILLO G.M.E., VIOLANTE R.A., 1978. Características de Bucnos. Aires. Acta Oceanographica Argentina, 2 (1), 11-49.

ZENKOVICH, V.P., 1967. Processes of Coasial Development. Oliver & Boyd,

Edinburgh, 738pp.

Cambios rápidos en la costa de caleta Valdés, Chubut

Jorge O. CODIGNOTTO^{1,2}, Roberto R. KOKOT^{1,2} y Alejandro J.A. MONTI³

Departamento Ciencias Geológicas, F.C.E.yN., UBA

² CONICET, Museo Argentino de Ciencias Naturales, Av. Angel Gallardo 470, (1405) Buenos Aires

³ Universidad Nacional San Juan Bosco, CENPAT. Boulevard Brown S/N. Puerto Madryn

E-mail: barnes@gl.fcen.uba.ar

RESUMEN. La caleta Valdés está representada por un cuerpo de agua longilíneo de rumbo N-S, tiene aproximadamente 30 km de largo y 3 km de anchura máxima. Se encuentra flanqueada por una espiga de barrera que presenta un notable crecimiento hacia el sur. Este crecimiento es acelerado e importante, ya que entre 1971 y 1987, o sea en 16 años, la espiga creció 400 m, unos 25 m por año. Entre 1987 y 1996 creció 800 m, o sea 90 m por año, y entre 1996 y 1999, creció 500 m, aproximadamente 170 m por año. Este fenómeno de crecimiento acelerado, implica el transporte promedio durante los últimos tres años, de unas 1400 ton de grava por día. Se representa la tendencia en el crecimiento por una ecuación polinomial de tercer orden. A partir de ella, se obtuvo que la fecha del cierre de la caleta Valdés ocurrirá antes del año 2002, convirtiéndose a partir de ese momento en una laguna marginal. Este cambio morfológico también implica cambios drásticos en la hidrodinámica así como en las condiciones ecológicas por modificaciones en la salinidad y temperatura del agua. Se confirma la tendencia general de deriva litoral hacia el sur en el área de estudio.

Palabras clave: Deriva litoral, Cambios rápidos, Patagonia, Argentina

ABSTRACT. Rapid changes in Caleta Valdés, Chubut. Caleta Valdés is a N-S oriented elongated arm of the sea, which is approximately 30 km long and 3 km wide at its widest point. Caleta Valdés is flanked by a barrier spit with a remarkable rate of growth toward the south. This growing process is both accelerated and important inasmuch as, between 1971 and 1987 (i.e. within a 16-year time span), the spit grew by 400 m, i.e. at a rate of 25 m per annum. Between 1987 and 1996, the spit increased by a further 800 m (90-m per annum), and between 1996 and 1999, the spit has increased by 500 m more, i.e. at a rate of 170 m per annum. Such an accelerated growth phenomenon implies that an average of 1,400 tons of gravel a day have been accumulating at the end of the spit for the last three years. Representation of this growth rate by means of a third-order polynomial equation suggests that Caleta Valdés will be closed by 2002 and thus become a marginal lagoon. Such a morphological change also implies drastic changes in hydrodynamics on the one hand, and changes in ecological conditions due to modifications in both water salinity and temperature on the other. Studies in progress suggest there is a general tendency for a southerly coastal drift in this area.

Key words: Littoral drift, Rapid changes, Patagonia, Argentina

Introducción

La caleta Valdés se encuentra situada en el extremo NE de la península homónima. Posee una disposición aproximadamente meridiana. Al norte limita con la punta Norte, y en el sur con los acantilados de la punta Cantor (Fig. 1).

Es una albufera, delimitada en el oriente por espigas de barrera orientadas en dirección norte-sur. La caleta presenta un desarrollo paralelo a la línea de costa, con una elongación aproximada de 30 kilómetros. Su anchura varía desde los 3.000 m, en el ambiente de islas desarrollado en el extremo norte de la albufera, hasta los 200 m en las proximidades de la desembocadura, donde se encuentra un canal (estrecho de mareas) que permite una restringida comunicación con el mar abierto.

La dinámica dominante en el Holoceno condicio-

nó la formación de las espigas que flanquean la caleta Valdés. Esta situación ha suscitado distintas opiniones en las últimas décadas, particularmente vinculadas con los sentidos de transporte y permanencia de las corrientes de deriva litoral, responsables de las modificaciones registradas en las mencionadas geoformas.

El Proyecto 367 del International Geological Correlation Program, denominado «Registros Costeros de Cambios Rápidos en el Cuaternario Tardío», se encargó de documentar y explicar los cambios rápidos (eventos que ocurren en la escala de segundos a miles de años) en zonas costeras durante el Cuaternario tardío.

El presente trabajo está estrechamente vinculado con los conceptos del proyecto precitado. El concepto de «cambios rápidos», según Mörner (1996), es aplicado a aquéllos que ocurren en períodos de

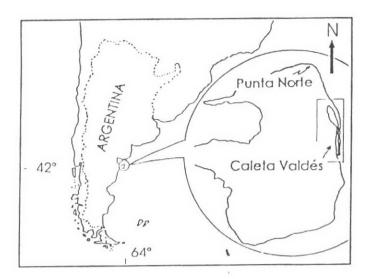


Figura 1: Mapa de ubicación.

una centuria o menos, incluyendo en ellos los cambios «instantáneos, tales como los producidos por olas de tormenta y tsunamis en el mar y por un sismo tectónico en tierra».

Por otra parte, Barusseau y Radakovitch (1996) atribuyen los cambios rápidos a las fluctuaciones en el volumen de los sedimentos aportados y a las condiciones hidrodinámicas imperantes.

También Goodfriend y Stanley (1999) mencionan cambios rápidos en la configuración costera debidos a gran aporte de sedimentos.

En numerosos lugares de la costa atlántica argentina ocurren fenómenos evolutivos naturales que implican un rápido cambio morfológico. En el ámbito internacional han sido descriptos numerosos fenómenos de este tipo. Sin embargo, en el nivel nacional, estos rasgos evolutivos son casi desconocidos.

El objetivo del presente trabajo es dar a conocer los resultados de monitoreos recientes y de estudios geomorfológicos efectuados sobre los cambios morfodinámicos ocurridos en las espigas de la caleta Valdés durante los últimos 28 años. Las mediciones se hicieron en forma directa, mediante un distanciómetro y comparación de fotografías aéreas.

Se considera importante el conocimiento pleno del fenómeno que ocurre en la caleta Valdés, ya que influirá notoriamente en el manejo del turismo ecológico que se lleva a cabo en el área. Asimismo permitirá investigaciones biológicas naturalmente concatenadas con las predicciones geomorfológicas.

Antecedentes

La génesis de la caleta Valdés fue interpretada por Rovereto (1921), quien propuso entre otros conceptos un origen tectónico por fallamiento. Posteriormente, fue estudiada por Codignotto (1983), quien señala edades pleistocenas y holocenas para los depósitos cordoniformes aflorantes.

Fasano et al. (1983) aportan edades pleistocenas coincidentes con el autor anterior y mencionan una inversión de deriva en el Holoceno, la que de un sentido norte a sur, en un principio, cambió de sur a norte en la actualidad, evidenciado ésto a partir del desarrollo de una espiga menor, progradante hacia el norte. Ellos señalan que los diseños de los cordones litorales regresivos holocénicos indican una deriva litoral neta de N a S durante su formación.

Codignotto y Kokot (1988) caracterizan a la caleta Valdés como una albufera enmarcada por un sistema de espigas dobles. Asimismo, prueban que la inversión de deriva sostenida por Fasano et al. (1983), ocurrida en algún momento del Holoceno, no se mantiene en la actualidad. Sobre la base de reconocimientos fotográficos aéreos del sector, establecen una notable progradación de la espiga norte hacia el sur, ocurrida entre los años 1971 y 1987. Señalan que la espiga norte ha progradado en los últimos 16 años unos 400 m indicando una deriva neta de norte a sur, tanto en el pasado como en la actualidad, en oposición a Fasano et al. (1983), que indican una inversión en la deriva litoral. Luego, Codignotto et al. (1993) lo reafirman en un trabajo general de la costa argentina donde expresan que a partir de estudios geomorfológicos se determinó que aproximadamente al sur del paralelo 42°S, la corriente de deriva predominante es hacia el sur, incluyendo la caleta Valdés, bahía Engaño y bahía Solano.

Codignotto et al. (1995) realizan nuevos vuelos de reconocimiento fotográfico y determinan un aumento en la velocidad de progradación de la espiga norte hacia el sur, expresando que el control de las geoformas durante los últimos 24 años permitió detectar un pulso de crecimiento reciente que permite confirmar las tendencias evolutivas previstas, pero evidenciando una aceleración que duplica la velocidad de progradación en los últimos ocho años. También señalan que en perfodos de tiempo relativamente cortos se producirán variaciones en la conformación de la costa, que conducirán a la desactivación de la caleta Valdés.

Contemporáneamente, Isla y Bujalesky (1995) afirman que la desembocadura de la caleta Valdés está formada por espigas complejas canibalizadas y que la existencia de dos espigas complejas (norte y sur) indica una inversión de la deriva. La interpretación morfológica de los citados autores (página 83) fue realizada sobre una fotografía aérea del Servicio de Hidrografía Naval obtenida en 1971. También indican una deriva actual de sur a norte sobre la base de un trabajo de Schnack et al. (1982). Asimismo, mencionan una deriva actual de sur a norte, expresando que el traslape de playas, progradación de ambientes mareales o el grado de vegetación de las dunas indica deriva de norte a sur, sobre la base del trabajo de Schnack et al. (1982). El llamado «tras-

lape de playas» fue mostrado en Codignotto y Kokot (1988), como inverso al señalado por Schnack et al. (1982).

Relacionado con esto último, cabe destacar que Codignotto y Kokot (1988) publicaron la misma fotografía, precisamente para documentar los cambios morfológicos ocurridos en las espigas de la caleta Valdés entre 1971 y 1987; y posteriormente integraron la misma con nuevas fotografías aéreas y controles de campo para obtener las conclusiones expuestas por Codignotto et al. (1995).

Monti (1997) estudió la Caleta Valdés y determinó las secuencias de los depósitos marinos pleistocenos y holocenos, determinando una deriva

litoral hacia el sur.

Kokot (1999), en un trabajo de evolución costera, también señala la tendencia hacia el sur en la deriva litoral para el área de la caleta Valdés.

Resultados

Las mediciones del crecimiento de la espiga norte se realizaron a través de la comparación de fotografías aéreas de distintos años y mediciones en el terreno efectuadas con un distanciómetro. El método de comparación de fotografías aéreas fue utilizado
por numerosos autores en diversas localidades; entre ellos, Fox et al. (1995) determinaron velocidades de depositación y erosión en la bahía Gasé (Canadá), a partir de mapas y fotos aéreas de crestas de
playa con datos desde 1765 a 1981, indicando las
velocidades de crecimiento de la espiga Penouille.

Binderup (1997) estudia la evolución de una espiga en Vejro Island (Dinamarca), a partir del análisis de fotografías aéreas de 34 años, pudiendo determinar cambios en la configuración de la línea de costa.

El crecimiento de la espiga norte fue verificado

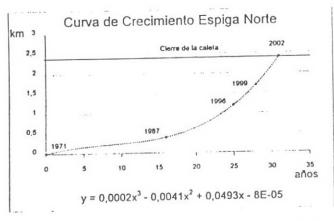


Figura 2: Curva de tendencia polinomial y curva de crecimiento de la espiga de la caleta Valdés, donde se puede apreciar la superposición casi total de ambas.

por medio de mediciones realizadas durante veintiocho años (Codignotto y Kokot 1988; Codignotto *et al.* 1995; Monti 1997; Kokot 1999). Con los datos obtenidos, y tomando como punto de partida el año 1971, se determinaron los valores de crecimiento y las velocidades correspondientes.

Los resultados obtenidos, según mediciones realizadas en distintos períodos, indican una importante aceleración que puede ser representada por una curva (Fig. 2). La misma se aproxima a una curva de tendencia polinomial de tercer orden. En la figura se observa una superposición casi total entre ambas curvas.

Para determinar el volumen de gravas transportadas a lo largo de la costa es necesario calcular la sección de la espiga norte en el sector distal. Ella se asemeja a un trapecio, cuyo techo corresponde a la anchura de la espiga, siendo aproximadamente de 100 metros. Las playas aledañas tienen una pendiente de aproximadamente 10°. Con estos datos se obtiene la anchura de la base del trapecio, 230 m aproximadamente. La altura del mismo, 12 m, surge de considerar la profundidad de la boca de entrada de la caleta, 5 m según Servicio de Hidrografía Naval (1962), y el promedio en altura de las crestas litorales, aproximadamente 7 metros sobre el nivel del mar. Con los datos anteriores, se deduce que la sección de la espiga es de aproximadamente 2.000 metros cuadrados. Ello significa que 100 m de avance de la espiga norte, equivalen al transporte de 200.000 m3 de gravas (Cuadro 1). El depósito está constituido por gravas caladas con escasa matriz arenosa, con clastos de volcanitas discoidales, y ocasionalmente proladas de tamaño promedio (según eje b) de 10 centímetros. El peso específico del depósito de gravas tiene un valor promedio de 1,6 ton/m3.

A fin de visualizar los volúmenes involucrados, se realiza una analogía con el número de camiones necesarios para movilizar los volúmenes calculados, suponiendo cajas con capacidad de carga de 7 metros cúbicos.

Analizando el cuadro 1 y la figura 2, es factible estimar el año en el cual, según la tendencia registrada, la espiga crecerá los 700 m que restan para alcanzar los depósitos litorales aledaños a la punta Cantor y así cerrar la caleta Valdés.

De acuerdo a la figura 2 y con la tendencia señalada, el cierre se producirá en el año 2002, sin descartar por ello una mayor aceleración del proceso y el consecuente cierre, en fecha anterior a la calculada.

Dinámica costera

El crecimiento de la espiga norte implica dos etapas. La primera etapa fue lenta, debido al gran volumen de gravas necesario para lograr un crecimiento subácueo. En la segunda (más rápida), se generó 竹はは

Cuadro 1: Cuadro comparativo entre velocidad de crecimiento de la espiga norte y volumen de sedimentos transportados.

Año	Período (años)	Crecimiento (km)	Velocidad (in/año)	Volumen (m³)	Peso (ton)	Velocidad (ton/dla)	Camiones diarios
1971	0	0	0	0	0	0	0
1987	16	0.4	25	800.000	1.280.000	220	20
1996	9	0.8	89	1.600.000	2.560,000	780	70
1999	3	0,5	167	1.000,000	1.600.000	1.460	130

la espiga (en ámbito subaéreo), permitiendo la consolidación y crecimiento visible de la geoforma.

Esto explica la aceleración de crecimiento observada durante los últimos años y permite predecir el cierre de la boca de la caleta Valdés, aún sin considerar la existencia de los depósitos sumergidos (visibles por rompiente de olas en baja marea).

La velocidad de los cambios descriptos, permite encuadrar el proceso dentro de los denominados «cambios rápidos».

Debido a que el cierre predicho de la caleta Valdés involucra cambios en el área del estrecho de mareas, se considera conveniente señalar las condiciones morfodinámicas que favorecieron la conformación de la espiga sur.

Durante el inicio del Holoceno, la punta Cantor se proyectaba varios centenares de metros hacia el mar, lo cual está evidenciado por la extensión actual de la plataforma de abrasión marina. Dicha protopunta configuraba el extremo sur de una paleobahía muy abierta, hoy rectificada por el retroceso de los acantilados de la punta Cantor y por el crecimiento del sistema de espigas de barrera (Codignotto y Kokot 1988).

La configuración relíctica de la protopunta permite inferir un diseño asimétrico evidenciando una mayor rectitud del flanco sur, con una alineación aproximada norte-sur y un flanco norte más curvo, con una alineación aproximada oeste-este.

La coincidencia en la dirección del flanco sur con la de la corriente de deriva, imposibilitó la acumulación de material en ese sector. Como contrapartida, el ángulo conformado entre el flanco norte del cabo y la corriente de deriva, favoreció el crecimiento de una espiga de barrera hacia el norte (visible en la fotografía del Servicio de Hidrografía Naval tomada en el año 1971) (Fig. 3), aún cuando la tendencia general de la deriva litoral, como lo indica el crecimiento de la espiga norte, fue hacia el sur durante el Holoceno. Lo mencionado coincide con el modelo de evolución de cabos y bahías según Zenkovich (1967).

La espiga sur actualmente constituye un relicto de escasas dimensiones, respecto de la espiga del año 1971.

Discusión

El proceso de destrucción de la espiga sur resulta de la combinación de la dinámica del estrecho de

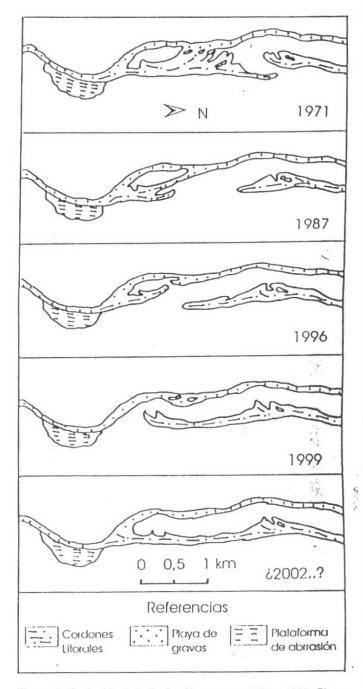


Figura 3: Livolución de la Espiga Norte, entre 1971 y 1999. Cierre previsto no más allá del año 2002.

nrea y deriva litoral dominante con sentido norte-

La dinámica de los estrechos de marea pone en ego diversas variables, entre ellas, las corrientes marea, corrientes litorales y aporte de sedimens (Leatherman 1980).

En la región costera ubicada al sur del estado de n Pablo (Brasil), Tessler y de Mahiques (1993) lican que el crecimiento de las formas predomintes (espigas y bancos de arena) está relacionado solamente a la deriva litoral, sino también a la eracción entre estos procesos y la dinámica interpondicionada fuertemente por la acción de manas. Esta intensa interacción toma lugar especialmente en las proximidades de la boca de la albufe-

En la desembocadura de la caleta Valdés, el gran orte de sedimentos desde el norte obliga a la miación del estrecho de mareas hacia el sur. Debido as importantes corrientes de flujo y reflujo de manas en la boca (Servicio de Hidrografía Naval 1962), migración de la boca de la caleta ocurre a costa la erosión de la espiga sur. De no ser así, se prociría cierre de la caleta durante el crecimiento de espiga, sin erosionar la espiga sur.

La anterior existencia de una espiga que creció han el norte, indica que hubo una célula de circulaón local por refracción de olas sobre la punta Ce-(en erosión), que dio origen a una deriva en igual

ntido.

Si se destruye la espiga sur, es porque la deriva cia el sur hizo que la espiga norte migrara notomente y con ella también migró y se concentró igual dirección el flujo y reflujo de marea ubicaben la boca, confirmando la deriva litoral hacia el r. La espiga norte crece y se aproxima a la espiga r; ello hace que el estrecho de marea sea cada vez ás angosto. Esto provoca la aceleración del flujo reflujo de marea, con la consecuente erosión del ctremo de la espiga sur.

El aumento de velocidad en el crecimiento de la spiga norte, no es el resultado de un aumento de velocidad de la corriente de deriva litoral, sino e un balance de energía entre corriente de deriva y orrientes de flujo/reflujo de mareas. En consecuenia, dicha aceleración tiene su causa en la disminuión progresiva del volumen que resta colmatar.

El cierre de la caleta Valdés, impedirá el acceso e fauna, como peces y cetáceos. El ingreso de agua a a ser restringido y se producirá sólo por filtraión a través de los rodados de la espiga. Al camiar las condiciones en la dinámica litoral del inteior de la caleta, se acelerará el crecimiento de las
spigas cuspidadas (Codignotto y Kokot 1988). Esto
onducirá indefectiblemente a la segmentación de la
nguna, constituyendo grupos de lagunas litorales
nenores. Asimismo ocurrirán cambios en las condiiones ecológicas por variación en los parámetros

físicos y químicos del agua y por cambios en la sedimentación.

Conclusiones

El proceso de avance confirmado de la espiga norte, hacia el sur, en los últimos 28 años, involucró la movilización de más de 5.000.000 ton de gravas, ratificando la tendencia general hacia el sur de la deriva litoral.

El cierre previsto de la caleta Valdés calculado como máximo para el año 2002, convertirá la albufera en una laguna litoral, con los consecuentes cambios ecológicos por modificaciones en la salinidad del agua, temperatura y también en la hidrodinámica.

Agradecimientos

El presente trabajo fue parcialmente subvencionado por el subsidio UBACYT TW-96.

TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

Barusseau, J.P. and Radakovitch, O., 1996. Geological record of littoral sedimentary processes at short time scales. Journal of Coastal Research, 12(4): 801-810.

Binderup, M., 1997. Recent changes of the coastline and nearshore zone, Vejro Island, Denmark: possible consequences for future development. Journal of Coastal Research, 13(2): 417-420.

Codignotto, J.O., 1983. Depósitos elevados y/o de acreción Pleistoceno- Holoceno en la costa fueguino- patagónica. Actas Simposio Oscilaciones del nivel del mar durante el Ultimo Hemiciclo Deglacial en la Argentina (IGCP): 12-26. Mar del Plata.

Codignotto, J.O. y Kokot, R.R., 1988. Evolución geomorfológica holocena en Caleta Valdés. Chubut. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 43 (4): 474-481. Buenos Aires.

Codignotto, J.O., Kokot, R.R. y Marcomini, S.C., 1993. Desplazamientos verticales y horizontales de la costa argentina en el Holoceno. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 48 (2): 125-132. Buenos Aires.

Codignotto, J.O., Kokot, R.R. y Monti, A.J.A., 1995. Formas de acreción aceleradas. Caleta Valdés, Chubut. Actas 6º Congreso Latinoamericano de Ciencias del Mar: 53. Mar del Plata.

Fasano, J.L., Isla, F.T. y Schnack, E.J., 1983. Un análisis comparativo sobre la evolucion de ambientes litorales durante el Pleistoceno tardío-Holoceno: Laguna Mar Chiquita (Buenos Aires)-Caleta Valdés (Chubut). Actas Simposio Oscilaciones del nivel del mar durante el Último Hemiciclo Deglacial en la Argentina (IGCP): 27-47. Mar del Plata.

Fox, W.T., Haney, R.L. and Allen Curran, H., 1995. Penouille Spit, evolution of a complex spit, Gaspé, Quebec, Canadá. Journal

of Coastal Research, 11(2): 478-493.

Goodfriend, G.A. and Stanley, D.J., 1999. Rapid strand-plain accretion in the Northeastern Nile Delta in the 9th Century A.D. and the Demise of the Port of Pelusium. Geology, 27(2): 147-150

Isla, F.I. y Bujalesky, G.G., 1995. Tendencias evolutivas y disponi-

bilidad de sedimentos en la interpretación de formas costeras. Casos de estudio de la costa argentina. Revista de la Asociación Argentina de Sedimentología, 2 (1-2): 75-89.

Kokot, R.R., 1999. Cambio climático y evolución costera en Argentina. Tesis Doctoral Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, 254 p. (Inédito).

Leatherman, S.P., 1980. Barrier Island Handbook. National Park Service, Cooperative Research Unit. The Environmental Institute. University of Massachusetts at Amherst, 101 p.

Monti, A.J.A. 1997. Morfodinámica y ciclicidad de acreción en el Holoceno costero. Chubut, Argentina. Tesis Doctoral, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, 160 p. (Inédito).

Mörner, N.-A., 1996. Rapid changes in coastal sea level. Journal of

Coastal Research, 12(4): 797-800.

Rovereto, G., 1921. Studi di Geomorfologia Argentina. Bolletino della Societa Geologica Italiana, 40 (5): 1-47.

Schnack, E.J., Fasano, J.L. and Isla, F.I., 1982. The evolution of Mar Chiquita Iagoon, Province of Buenos Aires. Argentina. In: Colquhoun, D. J. (Ed.): Holocene Sen-level Fluctuations: Magnitudes and causes, IGCP 61, p. 143-155. University of South Carolina, Columbia.

Servicio de Hidrografía Naval, 1962. Derrotero Argentino, Parte-

II. Costa del Atlántico. Publicación H202. 435p.

Tessler, M.G. and de Mahiques, M.M., 1993. Utilization of coastal geomorphic features as indicators of longshore transport: Examples of the southerns coastal region of the State of Sao Paulo, Brasil. Journal of Coastal Research, 9(3): 823-830.

Zenkovich, V.P., 1967. Processes of Coastal Development. Oliver

& Boyd, 783 p., Edinburgh and London.

Recibido: 28 de octubre, 1999 Aceptado: 31 de octubre, 2000 Revista de la Asociación Geológica Argentina, 48 (2): 125-132 (1993)

(or mules pour files

Desplazamientos verticales y horizontales de la costa argentina en el Holoceno

Jorge O. CODIGNOTTO¹², Roberto R. KOKOT¹² y Silvia C. MARCOMINI¹

¹Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, Pabellón 2, Ciudad Universitaria, 1428 Buenos Aires, Argentina. ²Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas

ABSTRACT. Vertical and horizontal Holocene displacements of the Argentine coastline. Erosional and accretional forms represent horizontal displacements of the coast. They can be grouped in two main sectors. One of them located south of 39° S where crossional areas dominate. At Magallanes strait, coastal retreats of about 60 km, an estimated area of 500 km² were registered. Accretional processes provail to the north, with a maximum accretion of 60 km representing an area of 4.000 km² for the last 7.000 years. Approximately at 39° S an important variation in tidal regime and amplitude is observed. This latitude is the boundary between accretional and crossional areas. Two main directions of littoral drift are recognized along the coast limited by 42° S, although local circulation cells were observed. The minimum uplift rate is clearly associated with basin areas, maximum uplifting rates correspond to interbasin zones. Fluvial deflections and capture phenomena in response to the uplift velocities involved are expected.

Introducción

Feruglio (1950) fue el primero en integrar con un enfoque global, aunque no tridimensional, los niveles marinos de la Patagonia estableciendo relaciones estratigráficas y un concepto claro de las variaciones ocurridas durante el Cuaternario. Codignotto (1983, 1990) propone isocronas a lo largo del litoral marítimo, con datos elaborados sobre la base de C¹⁴, rangos de edades holocenas entre 7.500 años AP y el presente; también relaciona geográficamente las oscilaciones del nivel del mar y las glaciaciones en la zona austral de Santa Cruz y Tierra del Fuego.

Codignotto et al. (1988a, 1990a, 1992) determinan, utilizando edades C¹⁴, la evolución de la línea de costa del golfo San Jorge entre Cabo Blanco y Puerto Deseado. Establecen un modelo evolutivo de las variaciones verticales relativas de la línea de costa durante el Holoceno y desarrollan una nueva técnica que relaciona altimetrías, edades C¹⁴ y ubicación geográfica, determinando el factor neotectónico a lo largo de la costa.

Marcomini et al. (1988) reconocen, para 13 localidades ubicadas entre Tierra del Fuego y Mar Chiquita, parámetros de ascenso diferencial, vinculando edades C¹⁴ con sus respectivas altimetrías.

La costa argentina fue afectada por procesos dinámicos asociados con las olas, corrientes litorales y mareas La resultante de estos procesos se evidencia mediante fenómenos erosivos y acrecionales caracterizados morfológicamente. La cuantificación de los

0004-4822/93 \$00.00 + \$00.50 O 1994 Asociación Geológica Argentina

mismos para diversas localidades ubicadas a lo largo de casi 4.000 km surge como patrón de los desplazamientos horizontales de la zona de interfase. Asimismo con el objeto de evaluar los factores neotectónicos, fue necesario considerar una tercera dimensión en el desarrollo de la idea. De este modo se presenta un modelo tridimensional en el que se incorporan las variaciones morfodinámicas en relación con los factores neotectónicos y eustáticos del Holoceno marino en el litoral argentino.

En este estudio se consideraron sólo los desplazamientos verticales y horizontales registrados en niveles superiores al actual nivel del mar.

Area de estudio

El área de estudio corresponde al sector costanero de la República Argentina comprendido entre las localidades de Gualeguay (Entre Ríos), en el norte, hasta Punta María (Tierra del Fuego), en el sur (Fig.1).

Esta faja costanera corresponde a una costa de margen pasivo, con una extensa plataforma continental, lo que supondría cierta estabilidad tectónica. Estas características, sumadas al rumbo meridiano que presenta la línea de costa, hacen de ella un laboratorio ideal para el estudio de las variaciones del nivel del mar en este sector del Hemisferio Sur.

En la costa actual pueden diferenciarse dos sectores: un sector norte desarrollado sobre sedimentitas del Pleistoceno - Holoceno; caracterizado por costas

de acumulación en las que se localizan playas de gran desarrollo constituidas casi exclusivamente por sedimentos arenosos, terrígenos y biogénicos.

El sector sur, se emplaza sobre asociaciones volcánicas jurásicas y sedimentitas terciarias y

cuaternarias. El extremo austral de este sector se desarrolla sobre depósitos de drift glaciario pleistoceno. En líneas generales, estas últimas son costas erosivas, con desarrollo de acantilados activos de hasta 70 m de altura en Tierra del Fuego y 45 m en Santa Cruz.

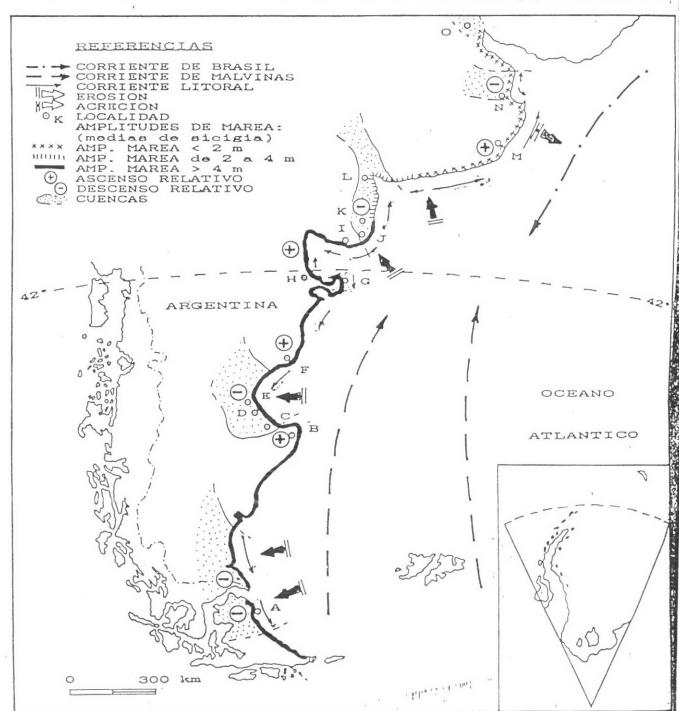


Figura 1: Modelo costanero argentino. Flujos de corrientes costeras y oceánicas, ascenso continental relativo y zonas de mayor acreción y crosión durante el Holoceno. Amplitudes de marca.

Entre las formas de acumulación marina menos frecuentes, abundan las playas de grava, ocasionalmente arenosas.

Las variaciones del nivel del mar del Holoceno se evidencian como terrazas de acumulación marina con altitudes que por lo general no superan los 12 m s.n.m. Estos niveles presentan mayor extensión areal al norte del río Colorado.

Metodología

En este modelo se integran espacialmente los desplazamientos de la línea de costa de manera tal que cualquier movimiento de la misma puede ser descompuesto en vectores según ejes X, Y, Z. Siendo Z el desplazamiento vertical de la línea de costa reflejado por movimientos tectónicos, eustáticos, hidroisostáticos y glacioisostáticos; X involucra los movimientos a lo largo de la costa (deriva litoral) e Y muestra el avance o retroceso horizontal de la línea de costa (acreción-erosión, transgresión-regresión).

Para la evaluación y cuantificación de estos parámetros, se los trató en forma aislada. Se realizó una recopilación de trabajos iniciados a partir de la década del 70 que comenzaran con la publicación de las primeras edades de afloramientos sobre la base del C14 (Albero et al. 1980, Codignotto y Beros 1987 y Marcomini et al. 1988). Se consideraron muestras de 15 localidades (A a O, Fig. 1), con valores altimétricos y coordenadas para su localización. Estos datos se emplearon para la evaluación de los desplazamientos verticales y fueron procesados para obtener dos tipos de curvas, a saber: gráfico de barras que evidencia el ascenso por localidad y curva de velocidad de ascenso por aproximación a una función cúbica (Codignotto et al. 1992).

La evaluación de los parámetros en el plano horizontal (X,Y) se realizó por estudios geomorfológicos y sobre la base de información bibliográfica preexisten-

A continuación se expone un listado de los trabajos considerados en las distintas localidades:

- A Tierra del Fuego Norte: Codignotto (1979, 1983, 1984, 1987). Codignotto y Malumián (1981), Kokot et al. (1988)
- B Santa Cruz. Puertos Mazarredo Pajarito: Codignotto (1982, 1983, 1987), Codignotto et al. (1987, 1988a).
 - C Santa Cruz. Bahía Lángara: Codignotto (1982, 1983, 1987).
 - D Santa Cruz. Calcta Olivia: Codignotto (1982, 1983). E - Chubut. Bahía Solano: Codignotto et al. (1990b).
- F Chubut. Bahfas Bustamante Camarones: Codignotto (1983, 1987), Codignotto et al. (1988a), Cionchi (1987).
- G Chubut. Calcta Valdés: Codignotto (1983, 1987), Codignotto y Kokot (1988), Codignotto y Declich (1990), Kokot et al. (1988).

- H Chubut, Puerto Lobos: Bayarsky y Codignotto (1982), Codignotto y Beros (1987) y Codignotto (1987).
- I Buenos Aires. Boca del río Negro: Codignotto et al. (1990a). J - Buenos Aires. Bahía San Blas: Trebino (1987) y Codignotto
- K Buenos Aires. Río Colorado: Codignotto y Weiler (1980), Armella (1980), Guida (1980), Weiler (1983, 1988), González y Weiler (1983).
- L Buenos Aires. Bahía Blanca: Gonzalez et al. (1982, 1983a, 1983b), González y Weiler (1983), Farinati (1984), y González (1989).
- M-Buenos Aires. Mar Chiquita: Fasano et al. (1983, 1987), Huarte et al. (1983).
- N Buenos Aires. Bahía Samborombón: Fildalgo et al. (1981), Figini et al. (1984), Cómez et al. (1988) y Codignotto et al. (1990a).
- O Entre Ríos. Gualeguay: Albero y Angiolini (1983, 1985), Guida y Conzález (1984).

Desplazamiento vertical

La variación vertical relativa del nivel del mar durante el Holoceno refleja principalmente tres facto-

- 1 Eustático, representado por un cambio en el volumen del océano.
- 2 Hidroisostático, ajuste isostático de la corteza por cambios en el nivel del mar.
- 3 Tectónico local, producto del neotectonismo que afecta a los sectores costaneros.

Clark y Bloom (1979) sugieren que el efecto hidroisostático habría alcanzado 1m en el nivel del mar relativo, desde 5.000 años AP, a lo largo de la costa chilena. Clark et al. (1978) y Clark y Lingle (1979) sostienen que se deberían experimentar historias hidro-isostáticas similares a las de la costa chilena, en las costas tectónicamente estables del Hemisferio Sur. Parece posible asumir, por correlación con otros modelos de costas del Hemisferio Sur (Isla 1989), que la variación en el nivel del mar debida a las componentes eustáticas e hidro-isostáticas no habría superado los 3 m para la costa argentina.

En el desplazamiento vertical de la línea de costa del Holoceno se consideran tanto los efectos eustáticos como los movimientos relacionados a un ascenso continental relativo.

Se estimó que el máximo transgresivo ocurrió hace aproximadamente 7.000 años en la costa de Argentina y los depósitos más antiguos se encuentran a cotas que varían entre 5 m (costa bonaerense) y 12 m (costa patagónica). Si se asume un ascenso de 3 m (incluyendo los componentes eustáticos e hidro-isostáticos) desde el Holoceno medio, un mínimo de 2 m de ascenso tectónico habría ocurrido desde la depositación de los sedimentos marinos correspondientes a las terrazas formadas entre los 6.500 y 7.000 años

Considerando los niveles de terraza de acreción marina acotados y sus respectivas edades obtenidas por el método C¹⁴ se calcularon los siguientes parámetros:

- Tendencias locales: Las tendencias se obtuvieron mediante una aproximación lineal de los datos de altura-tiempo a partir de datos altimétricos y edades C¹⁴ para 15 localidades (Codignotto et al. 1992).

Se empleó la aproximación a una tendencia lineal como una primera medida razonable para comparar distintas localidades distribuídas a lo largo de más de 3.500 km de costa.

En la figura 2A se esquematizan en un diagrama de barras las tendencias locales a lo largo de la costa para cada una de las localidades estudiadas. Las velocidades de ascenso regional relativo obtenidas presentan valores que varían entre 0,12 m cada 1.000 años y 1,63 m cada 1.000 años para el Holoceno.

- Velocidades de ascenso relativo: Se representaron los valores de velocidad de ascenso relativo en función de la latitud. Los puntos se aproximaron a una función cúbica en la que se visualizan máximos y mínimos. Los mínimos de la curva coinciden con el ámbito de las cuencas de Valdés, Colorado y Salado. Los extremos señalan las cuencas Austral y Chacoparanense, mientras que los máximos son coincidentes con las zonas de intercuenca (Codignotto et al. 1992) (Figura 2B).

Si se estima la tendencia de estos mismos valores se distingue que las velocidades de ascenso relativo se incrementan hacia el sur. Esto presenta concordancia con la mayor cercanía entre la Cordillera de Los Andes y la costa Atlántica, lo cual involucra mayor neotectonismo en las localidades australes.

Las variaciones registradas entre las velocidades de ascenso relativo en la costa estudiada, son debidas a componentes tectónicas, ya que la componente eustática se supone constante a lo largo de la costa.

- Tendencia general: No es probable que un evento sísmico único sea el responsable del ascenso Holoceno, y por consiguiente no será real que tendencias medias de ascenso persistan durante largo tiempo. La naturaleza episódica del ascenso y los posibles intervalos de recurrencia de los grandes eventos tectónicos sugieren tener cautela en el uso de los datos para evaluar tendencias medias de ascenso. No obstante ello, y mediante la construcción de una recta de ajuste lineal, se calculó la tendencia general para la costa Argentina (Codignotto et al. 1992), determinándose un rango de ascenso para el Holoceno de 0,65 m cada 1.000 años.

Desplazamiento horizontal

· files . . . our

El desplazamiento territorial horizontal al que aquí se hace mención, no es el derivado de los ascensos y descensos relativos del nivel del mar, sino aquél que deviene de los fenómenos de acumulación clástica (acreción) y los fenómenos de erosión. Ello presupone considerar estos fenómenos durante lapsos de "estabilidad" relativa o aún de pequeñas inestabilidades (variaciones verticales no mayores de 2 m)

Codignotto y Aguirre (1993), señalan que los valores máximos de acreción son del orden de 60 km en 7.000 años en la línea que une las localidades de Conesa y San Clemente del Tuyú, o de 30 km desde la primera localidad al litoral de la Bahía Samborombón. Este sector y el área correspondiente a la laguna de Mar Chiquita involucran un área de acreción del orden de los 4.000 km² (Fig. 1). Asimismo, cabe considerar que en el paleoestuario del Río de la Plata, la superficie acrecionada (100 km detrás del actual frente del delta del Paraná), involucra una superficie de más de 9.000 km², sin tener en cuenta lo obliterado por acción fluvial.

Como contraparte, los valores máximos de erosión se encuentran en el extremo del sur patagónico. Este corresponde al área del sector ubicado entre Río Coig y el sur de Bahía de San Sebastián. Este sector presenta un retroceso estimado del orden de los 20 km (determinados con el método geomorfológico cuantitativo) especialmente en el área de la boca del estre. cho de Magallanes (Fig. 1). El área erosionada duran te el Holoceno equivale a unos 500 km². En general hacia el norte el fenómeno erosivo se atenúa, con excepciones como las del Golfo San Jorge y el sector ubicado entre la Isla Escondida y playa Santa Isabel Chubut. En términos generales el sector costanero situado al sur del río Colorado está sometido a fenó menos de erosión generalizada. Sin embargo se observan sectores de acreción relícticos del Holoceno tar dio.

Dinámica litoral



La costa argentina está caracterizada por dos reg menes de mareas: semidiurno con desigualdades diur nas y semidiurno. Las amplitudes medias para ma reas de sicigias oscilan entre 0,8 y 9,6 m. En la Fig. se esquematizan las amplitudes de mareas media para el litoral atlántico argentino. Se delimitan tre rangos de mareas: micromareas (menos de 2 m esomareas (2 a 4 m) y macromareas (más de 4m). Este un marcado cambio en el régimen y amplitud mareas en las proximidades del paralelo 39° S esembocadura del río Colorado), coincidente aproxidamente, con los cambios de magnitud en el fenómo erosivo. Al norte del mismo predominan las cromareas de régimen semidiurno con desigualdas diurnas, en tanto al sur, las meso y macromareas. I las proximidades de San Blas las mareas no ardan esta característica y se registran cromareas con desigualdades diurnas.

riva litoral

a partir de estudios geomorfológicos se determinó e aproximadamente al sur del paralelo 42° S, la riente de deriva es hacia el sur: caleta Valdés, nía Engaño, bahía Solano, río Coig, punta Loyola, de Vírgenes, San Sebastián, Cabo Domingo dignotto 1990; Codignotto y Kokot 1988). Dentro estos sectores existen otros menores donde la culación es opuesta, como por ejemplo, el sur de leta Valdés y dentro de la bahía San Sebastián g.1).

Al norte del paralelo 42° S, la corriente de deriva es cia el norte (Aguirre y Codignotto 1990, Codignotto Aguirre 1993, Cangioli 1992), con pequeñas excepnes como en las cercanías de San Antonio Oeste, n Blas - Isla Gamma, rada de Monte Hermoso y en rte de la Bahía Samborombón (Fig.1).

a existencia de estas corrientes encuentra su inifestación geomorfológica en ríos derivados, espis de barrera, acumulación y erosión producida por tructuras artificiales (espigones y rompeolas) y

eas de paleocosta divergentes.

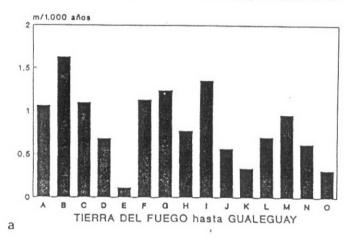
En el plano horizontal se determinó una componen-"X" representada por corrientes de deriva litorales in sentido norte (norte del paralelo 42° S) y sur (sur l paralelo 42° S); y una componente "Y" con valores diximos de acreción, en bahía Samborombón, y con lores mínimos de erosión en la boca del Estrecho de agallanes.

sultados y discusión

La terrazas holocenas han experimentado varios etros de ascenso, es decir que la altura actual de las mas no puede ser explicada como respuesta sólo a cores eustáticos e hidroisostáticos. Las variaciones scioisostáticas son parcialmente descartadas para l Holoceno debido a que las masas glaciarias que acturon el sector austral englazado durante el

Pleistoceno han tenido tiempo suficiente para una completa recuperación isostática, en concordancia con los conceptos establecidos por Mörner(1990) y Bujalesky y González Bonorino (1990) para Tierra del Fuego. Por consiguiente queda claro que el ascenso es producto, en mayor parte, del neotectonismo que afecta la costa argentina, especialmente al sur del Río Colorado. Asimismo es importante destacar el papel que juega la reactivación de fallas en zonas de cuencas determinada por la diferencia entre velocidades de ascenso relativo. Martin y Suguío (1989) reconocen un patrón similar para las costa de Brasil demostrando la existencia de playas holocenas ascendidas en respuesta a movimientos tectónicos.

Es de esperar que a lo largo de la costa, especialmente en la zona austral y en relación directa a los contactos laterales de pilas sedimentarias con valores de velocidades de ascenso diferentes, se evidencien



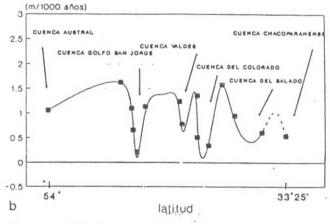


Figura 2: a. Velocidad de ascenso relativo para cada localidad. b. Comportamiento de la velocidad de ascenso local relativo en relación con áreas de cuenca e intercuenca (según Codignotto et al. 1992, reproducción autorizada por Journal of Coastal Research).

fenómenos de desvíos y aún capturas fluviales de pequeñas magnitudes dado los valores de ascenso relativos involucrados.

Los resultados obtenidos brindan un patrón evolutivo integrado de nuestras costas, que no se corresponde con los esquemas desarrollados para el Hemisferio Norte, como señalan Suguío et al. (1985) para la faja costanera brasileña. Por las razones expuestas quedan comprometidas las telecorrelaciones que se limitan a importar esquemas evolutivos. Al hacerlo dan por probado el concepto de la simetría total (calórica, relación de masas terrestres y ácueas, circulación atmosférica e hidrosféricas). Si bien los grandes pulsos generales de aumentos y disminuciones sucesivas de energía calórica deben afectar a todo el planeta, la incidencia en puntos de lejanía hemisférica y de opuestas relaciones de masa tierra/mar, deberían tener patrones evolutivos diferentes y a la vez complementarios.

En cuanto a la variación longitudinal, González y Weiler (1990) proponen un rango de ascenso diferencial a lo largo de la costa de un grado (en latitud) cada 45 - 50 años.

Suguío et al. (1985) y Martin y Suguío (1989), constataron para localidades estudiadas en el litoral brasileño que el máximo trangresivo ocurrió hace 5.100 años a una cota de 4,8 ± 0,5 m. Las curvas calculadas por Martin y Suguío (1989) presentan formas comparables a las obtenidas para el litoral argentino y reconocen dos oscilaciones rápidas de 2 a 3 m, las cuales se estiman demasiado grandes para ser glacio-eustáticas. Estas oscilaciones serían equivalentes, aunque de mayor magnitud altimétrica, a las reconocidas por Codignotto et al. (1990b) para la localidad de Bahía Solano (Chubut).

Isla et al. (1990) estiman una tendencia de ascenso que se aproxima a una curva exponencial para los últimos 400.000 años.

El Holoceno superior de los niveles de Brasil fue explicado en parte por ascenso regional de toda la superficie del geoide con anterioridad a los 5.100 años AP, seguidos por un hundimiento y un desplazamiento hacia el este (Martin y Suguío 1989). En forma semejante depresiones regionales del geoide, seguidas por ascensos a escala de 100 años, pueden explicar la oscilación rápida de los últimos 5.100 años.

Sobre la base de lo señalado en párrafos anteriores es posible proponer un modelo evolutivo que integre, en forma espacial y temporal, los procesos modeladores del paisaje en ambiente litoral (acreción, erosión y corrientes cercanas a la costa) con las variables tectónicas, eustáticas e hidroisostáticas.

Conclusiones

Es de esperar; ya que en las zonas de cuenca se encuentran representados los valores mínimos de velocidad de ascenso relativo, mientras que en las zonas de intercuenca los valores máximos, que a lo largo de la costa, especialmente en la zona austral y en relación directa a los contactos laterales de pilas sedimentarias con valores de velocidades de ascenso diferentes, se evidencien fenómenos de desvíos y aún capturas fluviales de pequeñas magnitudes.

Se determinó la existencia de dos direcciones principales de deriva litoral delimitadas aproximadamente por el paralelo 42° S. Existen también celdas de circulación locales que en algunos casos se oponen a

la dirección de deriva litoral general.

Los fenómenos erosivos y de acreción presentan diferentes magnitudes a lo largo de la costa coincidentes aproximadamente con un marcado cambio en el régimen y amplitud de marea en las proximidades del paralelo 39° S (desembocadura del río Colorado). Los valores máximos de acreción fueron registrados al norte del Río Colorado con rangos de acreción del orden de los 60 km, equivalentes a una superficie aproximada de 4.000 km² en los últimos 7.000 años. El sector localizado al sur, está representado por significativas áreas en erosión donde se han registrado, en un lapso que no fue posible cuantificar durante el Holoceno, retrocesos mínimos de la costa del orden de los 20 km, equivalentes a una superficie de 500 km².

Agradecimientos

Los autores agradecen al Dr. Norberto Malumián por la lectura crítica y sugerencias realizadas.

TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

Aguirre, M.L. y Codignotto, J.O., 1990. Edades, malacofauna geoformas en el área próxima a General Lavalle, Buenos Airo International Symposium on Quaternary shorelines: evolution processes and future changes. p.2. La Plata. Comisión de Invetigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires.

Albero, M.C. y Angiolini, F.E., 1983. INGEIS radiocarbon laborato

dates I. Radiocarbon, 25(3):831-842.

Albero, M.C. y Angiolini, F.E., 1985. INGEIS radiocarbon laborate dates II. 27(2B):314-337.

Albero, M.C., Angiolini, F.E., Balbuena, J.L., Codignotto, J. Linares, E. y Weiler, N.E., 1980. Primeras edades C14, afloramientos de conchillas de la República Argentina. Revide la Asociación Geológica Argentina, 35 (3):363-374.

Armela, C.,1980. Rasgos geomorfológicos y sedimentológicos e

Colorado (Provincia de Buenos Aires) en base a edades C-14.. Simposio Oscilaciones del Nivel del Mar Durante el Ultimo Hemiciclo Deglacial en la Argentina.Mar del Plata. Simposio, Actas 69-90.

González, M.A. y Weiler, N.E., 1990. Time transgressive 'wave' of the maximun Holocene transgressive behaviour on South America Atlantic littorals. International Symposium on "Quaternary shorelines: evolution, processes and future changes". p.34. La Plata, Buenos Aires.

González, M.A., Albero, M.C. y Angiolini, F.E., 1982. Ingresiones marinas del Pleistoceno y Holoceno en Bahía Blanca (Provincia de Buenos Aires, República Argentina). Sus edades Carbono 14 y su correlación con eventos similares reconocidos en otros puntos de la costa en la provincia de Buenos Aires. 4º Semana de la Oceanografía, Bahía Blanca, Resúmenes, p.21.

González, M.A., Panarello, H.O., Marino, H. y Valencio, S., 1983a. Niveles marinos del Holoceno en el estuario de Bahía Blanca (Argentina), isótopos estables y microfósiles calcárcos como indicadores paleoambientales. Simposio Oscilaciones del nivel del mar Durante el Ultimo Hemiciclo Deglacial en la Argentina. Mar del Plata. Actas, 48-68.

González, M.A., Weiler, N.E., Albero, M.C. y Angiolini, F.E., 1983b. Interpretación de edades C-14 invertidas y mezcladas en la espiga de la playa Holocénica de Gral. D. Cerri (Bahía Blanca, provincia de Buenos Aires, Argentina). Ameghiniana, 20(3-4): 227-237.

Guida, C., 1980. Geomorfología y sedimentología de las proximidades do Caleta Brightman, provincia de Buenos Aires. Trabajo final de Licenciatura. Facultad do Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, 51 p. (Inédito).

Guida, N. y González, M.A., 1984. Evidencias paleocstuáricas en el sudeste de Entre Ríos, su vinculación con niveles marinos relativamente elevados del Pleistocerno Superior y Holoceno. 9° Congreso Geológico Argentino. (San Carlos de Bariloche), 3:577-594...

Huarte, R.A., Figgini, A., Carbonari, J.E., Gómez, G.J. y Zubinga, A.G., 1983. Dataciones radiocarbónicas del sitio Punta Hermengo (partido de General Alvarado, provincia de Buenos Aires). Ameghiniana, 20(3-4):295-296.

Isla, F.L., 1989. Holocene sea level fluctuations in Southern Hemisphere. Quaternary Science Review, 8:359-368.

Isla F., Rutter, N., Schnack, E. y Zárate, M. 1990. Adjusting Patagonian uplift to former high sea levels. International Symposium on Quaternary shorelines: evolution, processes and future changes. p.40. La Plata.

Kokot, R. R., Marcomini, S. C., Codignotto, J. O., 1988. Evolución Holocena en Espigas de Barrera; Caleta Valdés Bahía San Sebastián. Simposio Internacional Sobre el Holoceno en América del Sur. Paraná. Ed. M. Iriondo-C. Ceruti. pp.57-60.

Marcomini,S.C., Kokot, R.R. y Codignotto, J.O., 1988. Edades Carbono 14 del Holoceno Marino Argentino Evolución e interpretación. Simposio Internacional sobre el Holoceno en América del Sur. Paraná. Ed. M. Iriondo-C. Ceruti. 65-67.

Martin, L. y Suguio, K., 1989. Excursion route along the Brazilian coast between Santos (State of Sao Paulo) and Campos (north of State of Rio de Janeiro). Inter. Symp. on Global changes in South America during the Quaternary. 136 p.

Mörner, N.A., 1990. Sea level changes in the Tierra del Fuego Region. International Symposium on "Quaternary shorelines: evolution, processes and future changes". p.44.

Suguio, K., Martin, L., Abilio CSP Bittencourt, Domínguez, J.M.L., Flexor, J.M. y De Acevedo, A.E.G., 1985. Fluctuações do nivel relativo do mar durante o Quaternario superior ao longo do litoral brasileiro e suas implicações na sedimentação costeira. Revista Brasileira de Geociencias. 15:273-286.

Trebino, L., 1987. Geomorfología y evolución de la costa en los alrededores del pueblo de San Blas, Provincia de Buenos Airos. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 42(1-2):9-22.

Weiler, N. E., 1983. Rasgos morfológicos y evolutivos del sector costanero comprendido entre Bahía Verde e Isla Gaviota, Provincia de Buenos Aires. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 38(3-4):392-404.

Weiler, N.E., 1988. Depósitos litorales del Pleistoceno tardío-Holoceno en Bahía Anegada, Provincia de Buenos Aires. Segunda Reunión Argentina de Sedimentología. :453-461. Buenos Aires.

Recibido: 2 de junio, 1989 Aceptado: 27 de mayo, 1993



Capitulo 6. Cartografía de peligros múltiples

- A. Beneficios de la cartografía de peligros múltiples
- B. Preparación de mapas de peligros múltiples
- C Formato del mapa
- D. Otras formas de información sobre peligros multiples
- E. Limitaciones
- Conclusiones
- Referencias

RESUMEN

Este capítulo presenta el concepto de la cartografía de peligros múltiples. Describe los beneficios comparativos del uso de mapas de peligros múltiples frente al uso de mapas de peligros individuales y explica la preparación y uso de tales mapas.

Cuando un área está expuesta a más de un peligro, un mapa de peligros múltiples (MPM) ayuda al equipo de planificación a analizarlos todos respecto a la vulnerabilidad y el riesgo. Facilitando la interpretación de información sobre peligros, se aumenta la probabilidad de que la información sea usada en el proceso de toma de decisiones. El MPM puede ser de gran valor bien en la planificación de nuevos proyectos de desarrollo, bien en la incorporación de técnicas para reducción de peligros dentro de la actividad de desarrollo existente.

En este capítulo se discute el MPM, principalmente en relación con su uso dentro de estudios de planificación para el desarrollo integrado.

A. Beneficios de la cartografía de peligros múltiples

El propósito principal del MPM es presentar la información relacionada con diferentes peligros para un área en estudio en un sólo mapa, ofreciendo un cuadro compuesto de los peligros naturales de diferentes magnitudes así como de su frecuencia y área de impacto. Un MPM tamblén puede ser descrito como un mapa de peligro "compuesto"; "sintetizado", y "sobrepuesto". Una área determinada puede sufrir la presencia de varios peligros naturales. (La Figura 6-1 es una tabulación de fenómenos naturales que pueden ser considerados para su inclusión en tales mapas). Usar mapas individuales para dar a conocer la información sobre cada peligro, puede conllevar cierta complicación, confundiendo a los planificadores y a quienes toman decisiones, tanto por el número de mapas como por sus posibles diferencias en área cubierta, escalas y detalle.

Muchos peligros naturales pueden ser causados por un mismo evento natural. El mecanismo que origina el evento puede interconectar varios peligros y se le puede identificar más fácilmente mediante el uso de un MPM. Las características del fenómeno natural y sus mecanismos de gatillo son sintetizados a partir de diferentes fuentes y presentados en un solo mapa.

Adicionalmente, los efectos y el impacto de un solo evento peligroso, como volcanes o terremotos, incluyen diferentes tipos de impactos, cada cual de diferente severidad y afectando localidades diferentes.

El MPM es un medio excelente para crear conciencia respecto a la mitigación de peligros múltiples. Resulta ser una herramienta analítica total para evaluar la vulnerabilidad y el riesgo, especialmente cuando se combina con la cartografía de instalaciones críticas, como se discute en el Capítulo 7.

La adopción de una estrategia de mitigación de peligros múltiples también tiene implicaciones sobre la planificación de preparativos para emergencias. Por ejemplo: proporciona una base más equitativa para asignar fondos a la planificación de desastre; estimula el uso de procedimientos de emergencia en materia de preparación, respuesta y recuperación, que sean más eficientes e integrados; y, promueve la creación de acuerdos cooperativos para involucrar a todas las agencias relevantes y grupos interesados. Debe enfatizarse que el MPM no tiene que ver con las necesidades específicas de lugar y peligro, para lo referente al diseño de ingeniería del proyecto.

El uso efectivo de la información sobre peligros naturales para evitar daños, o para reducir pérdidas, requiere un esfuerzo considerable por parte tanto de los generadores como de los usuarios de la información. A no ser que la información científica y de ingeniería sea "traducida" para el hombre común y corriente, la comunidad efectiva de usuarios estará compuesta sólo por otros científicos e ingenieros. Si los usuarios no llegan a ser capaces de interpretar y aplicar la información técnica, tal información probablemente será mal usada o dejada de lado en el proceso de planificación para el desarrollo. Los estudios de Kockelman (1975, 1976, 1979) sobre el uso de la información de Ciencias de la Tierra por ciudad, provincia, y región, por planificadores urbanos, provinciales y regionales, y por quienes toman decisiones en la región de la Bahía de San Francisco de los Estados Unidos, demuestran que el uso más efectivo de la información de peligros se logra con mapas que muestren claramente la probabilidad de ocurrencia, su lugar y severidad. Aún más, la reducción de peligros es más factible cuando las entidades cuentan con personal científico o de Ingeniería. Sus conocimientos permiten el uso más amplio de la información técnica, y las agencias pueden interpretar mejor la información para sus propios fines.

Figura 6-1 EJEMPLOS DE FENOMENOS NATURALES QUE PUEDEN SER PELIGROSOS

Atmosféricos Hidrológico	os Sísmicos

otros muestran muchos, algunos son evidentes por sí solos mientras que otros están acompañados por extensas explicaciones,

1. Mapa base

Producir un mapa base desde cero es una tarea difícil y que consume mucho tiempo; por lo tanto, es deseable usar un mapa existente o una fotografía controlada como base. Un mapa base adecuado debe ser planimétrico, es decir, con representación de la información sobre un plano, con relaciones geográficas reales y distancias horizontales mensurables; también debe tener suficiente información de referencia geográfica para orientar al usuario hacia la ubicación del peligro. La parte superior del mapa está generalmente orientada hacia el norte, pero no siempre es así. Por lo tanto, la inclusión de la flecha "Norte" es mandatoria en cada mapa.

La discusión de sistemas de referencia geográfica tales como longitud y latitud que indican las coordenadas del plano, o los sistemas de una grilla Universal Transverse Mercator (UTM), está más allá de los alcances de este capítulo. Muchas diferentes proyecciones son adecuadas y una indicación de la proyección usada para el mapa, así como un pequeño mapa insertado que muestre la ubicación del área de estudio, son instrumentos de mucha ayuda.

Las figuras 6-3 hasta 6-11 son todas mapas planimétricos y cada cual tiene suficiente información de referencia respecto a la escala y el área cubierta. Por ejemplo, el mapa del mundo (Figura 6-3) muestra fronteras nacionales y las principales ciudades; otros mapas muestran carreteras y ríos; algunos muestran nombres locales de las calles y los linderos de zonas de construcción (Figura 6-11).

Ocasionalmente se tiene a disposición un mapa base que muestre la hipsografía, es decir, las elevaciones del terreno sobre el nivel del mar (Figura 6-9). Estos mapas a veces son llamados mapas "topográficos" o "de curvas de nivel". La información sobre la elevación y las curvas de nivel puede ser interpretada para presentar la ubicación y la severidad de inundaciones, deslizamientos, ruptura de fallas, huracanes y otros peligros potenciales. Los mapas catastrales (linderos de propiedades) pueden ser excelentes mapas base, aunque frecuentemente se encuentran a mayor escala que la necesaria para la planificación del desarrollo regional. Las fotografías aéreas controladas, foto-mapas imágenes de radar, y fotografías de satélites también pueden ser utilizadas como mapas base.

2. Escala y cobertura

La escala del mapa es la medida de reducción en tamaño de las dimensiones reales mostradas en él. La escala puede ser expresada como una proporción entre las distancias sobre el mapa y la distancia real. Por ejemplo, la escala de la Figura 6-5 es 1:500.000 lo cual significa que un centímetro sobre el mapa es igual a 500.000 centímetros (o sea 5.000 metros o 5 kilómetros) en el terreno. Los mapas a gran escala muestran menos detalle para una área grande.

Las escalas más grandes son más comunes para la planificación del desarrollo regional (1:500.000 hasta 1:50.000; Figuras 6-5 a 6-9), y para los planos de desarrollo comunal (1:24.000a 1:12.000; Figuras 6-10 y 1-11). No hay escala mejor que la otra pero algunas son más apropiadas que otras para satisfacer los requerimientos de la planificación.

La escala usada para un MPM depende no sólo de la información de peligros que se debe mostrar, sino también de la escala del mapa base. Si hay como escoger entre escalas, entonces los siguientes factores son importantes para la elección adecuada en relación con los peligros a ser considerados:

- Número de peligros.
- Elementos del peligro.
- Rango de la severidad relativa de los peligros.
- Area a ser cubierta.
- Uso del mapa conjuntamente con otros documentos de planificación.
- Función del mapa; por ejemplo, si ha de ser un mapa índice o un mapa de detalle.

Frecuentemente los mapas de peligros individuales a ser usados están hechos a escalas distintas. Esto podría hacer necesaria la ampliación o reducción de la escala del mapa base seleccionado. El uso de métodos fotográficos controlados, o de cartografía computarizada, hace que este proceso sea fácil y exacto.

3. Peligros a ser incluidos

Se puede mostrar peligros en diverso número, de acuerdo con la escala, símbolos y cobertura escogida. Sobre una hoja topográfica del mapa base (Figura 6-9) sólo se muestran los peligros de inundaciones y deslizamientos. En un mapa de 5 hojas (Figura 6-10) se muestran varios peligros y trece zonas de material geológico. Esta copiosa información de peligros es luego suplementada con dos hojas de explicaciones. Para evitar demasiada concentración de datos, los peligros pueden ser combinados manualmente (Figura 6-8), o con computadora (Figura 6-7), y en zonas regulatorias (Ver Capítulo 7).

4. Tipos de símbolos

Todo lo que se muestra sobre un MPM, así como el mapa base, son símbolos representativos de la realidad. Los símbolos son seleccionados por su legibilidad y claridad o por las características de producción del mapa; por ejemplo, artísticos (Figura 6-3), numéricos (Figura 6-4 y 6-10) convencionales (Figuras 6-5 y 6-6), impresos por computadora (Figura 6-7), innovativos (Figura 6-8), por su semejanza a inundaciones (Figura 6-9), o por simplificar reglamentaciones (Figura 6-11).

Algunos símbolos pueden dar un sentido del peligro; otros son totalmente abstractos (peligros costeros en Figura 6-8). Algunos símbolos representan combinaciones derivadas de los peligros (un índice de problemas geológicos en la Figura 6-7) o peligros combinados para facilidad de su lectura (ver Capítulo 7).

La probabilidad de ocurrencia o frecuencia se puede mostrar por isolíneas para representar el número de tormentas eléctricas por año (Figura 6-3) o para separar áreas de frecuencia de deslizamientos (Figura 6-9).

Figura 6-3: MAPA MUNDIAL DE PELIGROS NATURALES

Fuente: Munchener Ruckversicherungs-Gesellschaft- World Map of Natural Hazards, escala 1:30.000.000. (Munich, Federal Republic of Germany, 1978). Permiso para publicar.

Figura 6-4: MAPA DE MAXIMAS INTENSIDADES SISMICAS DE AMERICA DEL SUR

Fuente: Adaptado del Centro Regional de Sismología para América del Sur (CERESIS). Máximum Intensity Map of South America. (Santiago, Chile: CERESIS, 1985».

Figura 6-5: MAPA DE PELIGROS NATURALES DEL CHACO PARAGUAYO

Fuente: Adaptado de OEA. Proyecto de Desarrollo Urgano Paraguayo, Mapa de Riesgos Naturales del Chaco Paraguayo, Area de Programa 4-C (Washington, D.C.: Organization of American States, 1985). y ciclones por año (Figura 6-3), y el número de inundaciones en 100 años (Figura 6-9).

Se han usado áreas para mostrar la máxima intensidad sísmica en 50 años, el número de tormentas y ciclones por año (Figura 6-3), y el número de inundaciones en 100 años (Figura 6-9).

La ubicación se puede mostrar mediante el uso de símbolos geométricos básicos - punto, línea, o área. Por ejemplo, se han usado puntos para mostrar los tomados y volcanes (Figura 6-3); líneas para mostrar las trayectorias más usuales de tempestades tropicales (Figura 6-3), ruptura de fallas (Figuras 6-10 y 6-11), o tsunamis (Figura 6-3); y áreas para mostrar zonas de inundación, deslizamientos o erosión (Figuras 6-5 y 6-6).

Los puntos pueden ser utilizados para mostrar la severidad, pero para ello se usan líneas con mayor frecuencia. Así, por ejemplo, para mostrar Iguales números de ventarrones invernales (Figura 6-3), la relativa severidad de peligros costeros (Figura 6-11) o la erosión costera (Figura 6-10). Se han usado áreas para indicar severidad, como por ejemplo la máxima intensidad sísmica (Figura 6-4) o una combinación de peligros (Figura 6-7). Además, se pueden usar áreas para mostrar los requerimientos o recomendaciones para estudios posteriores, por ejemplo, investigaciones en sitio para determinar la localización de ruptura de fallas (Figura 6-11), o investigaciones geotécnicas previas al desarrollo (ver Capítulo 7).

Hay innumerables variantes de puntos, líneas y áreas que se usan para producir un MPM. Las líneas pueden ser sólidas, entrecortadas, punto y raya o de puntos y marcas de interrogación, tal como se usa convencionalmente para graficar fallas inferidas (ver Figura 6-10 y Capítulo 7). Las áreas pueden ser sombreadas (Figura 6-4 y 6-11), achuradas (Figuras 6-5, 6-6 y 6-7). coloreadas (Figuras 6-3 y 6-4), o achuradas y coloreadas (ver Capítulo 7). Se pueden ver ejemplos de las diversas representaciones de puntos, líneas y áreas en la Figura 6-11. Una discusión detallada de diseño gráfico se encuentra en Robinson, Sale y Morrison (1978).

D. Otras formas de información sobre peligros múltiples

- 1 Corte transversal de los efectos
- 2. Fotografías de daños
- 3 Atlas de peligros
- 4. Plan para reducción de peligros
- 5 Análisis de capacidad del terreno
- 6 Un solo evento con peligros múltiples
- 7. Serie de mapas en franjas de terreno
- 8. Foto mapas
- 9. Sistemas de información geográfica
- 10 Información procesada por computadora

Las anteriores discusiones y ejemplos sólo se han referido a una de las formas del MPM, principalmente el mapa planimétrico de una hoja, combinando varios peligros con leyendas relativamente simples. Esta forma de MPM puede no ser siempre la más adecuada. Otras formas de información sobre peligros múltiples pueden proporcionar mayor cobertura, más detalle, o más peligros. Algunas veces la Información que ayuda a tomar una decisión sobre el desarrollo o inversión ya existe, por ejemplo, estimados de costos, evidencia gráfica de daños o sugerencias sobre reducción de peligro. La información también puede estar a disposición en forma procesada o susceptible de ser procesada por computadora. A continuación se encuentra ejemplos de algunas de estas otras formas:

1. Corte transversal de los efectos

Una forma de mostrar la severidad es el corte transversal (sección) de un área afectada. Sin embargo, para que sea útil a los planificadores y quienes toman decisiones, debe estar acompañado de un mapa planimétrico que muestre la extensión del área en peligro. Por ejemplo, los efectos geológicos de rupturas de fallas, el sacudimiento del terreno, inundaciones por tsunamis, licuefacción y deslizamientos, fueron pronosticados para una recurrencia de un terremoto de magnitud 6,5. Se muestran los peligros en hojas de un mapa a escala regional (1:125.000) y se indica la severidad mediante un corte transversal (Figura 6-12) a escala de 1:150.000, en Borcherdt (1975).

2. Fotografías de daños

El uso de fotografías del daño real es una técnica excelente para transmitir la percepción general de los efectos de los peligros. También se las puede usar para ilustrar los efectos específicos de fenómenos peligrosos. Por ejemplo, Hays (1981) hace uso de fotografías de edificios severamente dañados por inundaciones, huracanes, deslizamientos y subsidencia en los Estados Unidos. Zione (1985) hace uso de fotografías de estructuras tales como hospitales, pasos a desnivel, plantas eléctricas y presas que fueron severamente dañadas por diversos efectos sísmicos - sacudimiento del terreno, ruptura de fallas, licuefacción, deslizamientos de tierra y tusnamis. Steinbrugge (1982) hace uso de numerosas fotografías de construcciones dañadas, estructuras falladas, y de efectos disruptivos en el uso de edificios por causa de terremotos, deslizamientos, tsunamis y volcanes. Las fotografías del daño verdadero, causado por un tipo específico de evento, pueden ser adecuadas a un MPM para mostrar dónde han ocurrido daños similares.

3. Atlas de peligros

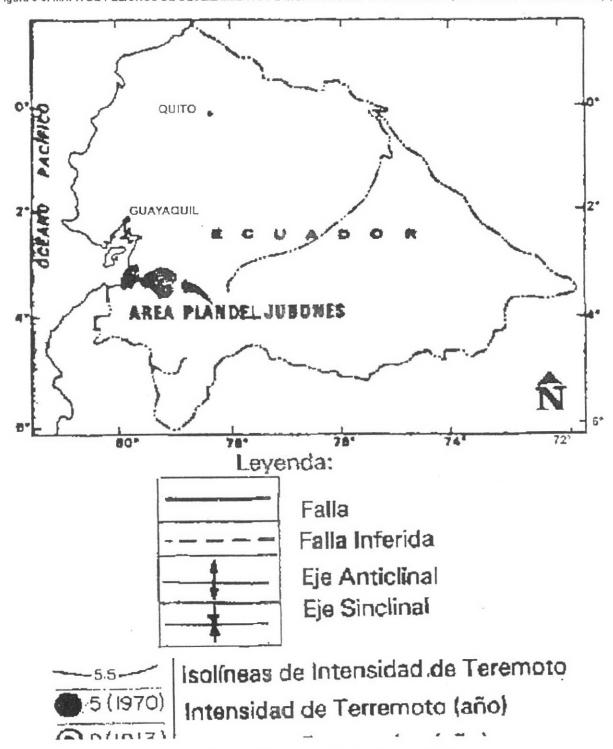
La presentación de diversos peligros en forma de atías da lugar a mayores oportunidades para los textos, diagramas, fotografías, recomendaciones y referencias. Por ejemplo, los peligros geológicos e hidrológicos causados por fenómenos sísmicos, atmosféricos o volcánicos, son graficados a escalas de aproximadamente 1:20.000.000 o mayores. En el informe de Hays (1981), los mapas están acompañados de diagramas de los procesos, discusiones de las tendencias de pérdidas, fotografías de daños, y técnicas sugeridas de reducción.

4. Plan para reducción de peligros

A veces la información de peligros mútiples se encuentra en forma de un plan de reducción de peligros que incluye información sobre peligros individuales. Por ejemplo, la naturaleza, magnitud y costos del sacudimiento del terreno y de los peligros de deslizamientos, inundaciones, erosión, suelos expansivos, ruptura de fallas, volcanes, tsunamis y subsidencias (hundimiento) son tratados en un informe de Alfors y otros (1973) para todo un estado. Los mapas de cada peligro, a escala de 1:5.000.000, están acompañados por recomendaciones sobre reducción de pérdidas, que pueden incluir la cartografía de los peligros e investigación sobre sus procesos.

Figura 6-6: MAPA DE PELIGROS DE DESLIZAMIENTOS E INUNDACIONES PARA JUBONES, REPUBLICA DEL ECUADOR (a)

Figura 6-6: MAPA DE PELIGROS DE DESLIZAMIENTOS E INUNDACIONES PARA JUBONES, REPUBLICA DEL ECUADOR (b)





Terremoto Destructivo (ano) Deslizamiento de Tierra Inundación

Figura 6-6: MAPA DE PELIGROS DE DESLIZAMIENTOS E INUNDACIONES PARA JUBONES, REPUBLICA DEL ECUADOR (c)



Fuente: Adaptado de OEA. Plan Hidráulico del Jubones, República del Ecuador, Vol. III, Mapa 3-A12. (Washington, D.C.: Organization of American States, 1984).

Deslizamiento de Tierra

Figura 6-7: UN MAPA GENERADO POR COMPUTADORA RESUMIENDO VARIOS PELIGROS HIDROLOGICOS, SISMICOS Y OTROS PELIGROS GEOLOGICOS - INDICE DE PROBLEMAS GEOLOGICOS (GPI)

Fuente: Adaptado de Santa Barbara County Planning Department. Seismic Safety and Safety Element. (Santa Barbara, California: Santa Barbara County Planning Department, 1979).

Inundación

Figura 6-8: MAPA DE PELIGROS COSTEROS PARA SANTA LUCIA

Fuente: Adaptado de OAS. Saint Lucia Coastal Hazard Map. (Washington, D.C.: Organization of American States).

Figura 6-9: MAPA DE PELIGROS NATURALES PARA LA REPUBLICA DE HONDURAS

INFORMACION SOBRE PELIGRO DE INUNDACIONES

El área inundable representa aproximadamente una ocurrencia cada 100 años, es decir, en un año dado hay un uno por ciento de probabilidad de que tal evento habrá de ocurrir. La información estuvo basada en datos de Landsat (MSS), mapas ortofotográficos (escala 1:10,000) y observaciones de campo. Ciertas zonas dentro del área no sujeta a inundaciones no han sido demarcadas porque el intervalo de 20 metros para las curvas de nivel, no permite la identificación de los niveles alcanzados por crecidas en la llanura costera.

INFORMACION SOBRE PELIGROS DE DESLIZAMIENTO

Las áreas de ocurrencia frecuente y no frecuente de deslizamientos de tierra están demarcadas con isolíneas punteadas donde los deslizamientos cubren uno por ciento de la superficie. Las áreas con menos del uno por ciento de cobertura son designadas "infrecuente", y las áreas con más del uno por ciento de cobertura son designadas "frecuente".

Fuente: Adaptado de OEA. Proyecto de Desarrollo, Islas de Bahía-Atlántida, República de Honduras, Mapa de Riesgos Naturales (Washington, D.C.: Organization of American States, 1985).

Figura 6-10: MAPA DE SINTESIS DE PELIGROS GEOTECNICOS

Leyenda: La explicación de este mapa es compleja, combinando información sobre peligros geológicos tales como fallamiento, deslizamientos, erosión costera y licuefacción, con información sobre materiales geológicos, mostrada con números en el mapa. Las unidades materiales están aún más subdivididas, tanto por sus características sísmicas como de ingeniería. Por ejemplo, las áreas designadas "2b" están sobre depósitos de abanicos aluviales que van en grado de granulación desde material sedimentario hasta grava, tienen una estabilidad de pendiente entre pobre y regular, un potencial de licuefacción moderado, estabilidad buena a moderada en términos de la intensidad del sacudimiento del terreno durante un sismo de M 7.5-8.3, y tienen buenas propiedades de cimentación.

Fuente: Adaptado de San Mateo County Planning Department and Leighton and Associates. Geotechnical Hazards Synthesis Map (San Mateo County, California: San Mateo Planning Department and Leighton and Associates, 1974).

INFORMACION SOBRE PELIGROS NATURALES Y SIMBOLOS CORRESPONDIENTES

SÍMBOLO	Terremoto	Huracanes	Inundaciones	Deslizamientos	Volcanes
PUNTO	Lugar del epicentro	Medición de precipitación	Lugar de flujo	Lugar del deslizamiento	Volcán
LINEA	Falla	Trayectoria	Elevación de la inundación	Dirección del deslizamiento	Dirección de flujo de lava, ceniza o gas
AREA	Intensidad sismica	Inundación por mareas de tormentas	Areas inundable	Area propensa a deslizamientos	Cobertura de ceniza, gas o flujo de lava

5. Análisis de capacidad del terreno

Los costos adicionales requeridos para reducir un peligro (y así eliminar una limitación al desarrollo) pueden ser información fundamental para una agencia financiera o un donante. Por ejemplo, un método de evaluar propuestas para uso de tierras, estimando los costos "sociales" que se atribuyen a características hidrológicas, sísmicas y otras de tipo geológico, está descrito por Laird et al (1979) y acompañado por mapas compuestos para una área de demostración (1:125.000). Se calculan los costos en base a técnicas de reducción, probabilidad de daños futuros u oportunidades perdidas. El costo se expresa en dólares corrientes y, por lo tanto, se cuenta con una base común para evaluar y comparar diferentes usos de tierras y diferentes restricciones y recursos. Las restricciones al desarrollo incluyen los sacudimientos del terreno, ruptura de fallas, tsunamis, seiches, deslizamientos, deslizamiento de fallas, avalanchas, inundaciones de ríos, subsidencia, licuefacción, suelos expansivos, erosión y la actividad volcánica. Los recursos incluyen los minerales, materiales de construcción, energía, agua, suelos, y entidades científicas y educacionales.

6. Un solo evento con peligros múltiples

Debe de recordarse que los efectos de un solo evento, como en el caso de volcanes y terremotos, conllevan varios peligros, cada cual de diferente severidad y afectando diferentes localidades. La consideración de un evento, por lo tanto, debe resultar en la evaluación y cartografía de diversos peligros. Las zonas de peligro para flujos de lava, nubes de cenizas, explosiones laterales, y flujos de lodo son graficadas a 1:62.500 para una erupción volcánica potencial, por Miller (1980).

7. Serie de mapas en franjas de terreno

A veces una provincia fisiográfica - terrenos altos, tierras bajas o tierras de costa - es utilizada como base para la cartografía, y se evalúan varios peligros en esa provincia. Por ejemplo, unos mil ochocientos kilómetros de costa del Océano Pacífico son graficados (1:50.000 a 1:100.000) y divididos en tres zonas de peligros, reflejando varias combinaciones de ercesión costera-retiro de acantilados, derrumbes, colapso de escarpas, deslizamientos, caída de rocas, ruptura de muros marítimos, derrubio acarreado por olas, flujos de terreno, tsunamis e inundaciones por mareas de tormentas por Griggs and Savoy (1985). (Ver Capítulo 7).

8. Foto mapas

Las ortofotos, fotografías estereoscópicas y fotografías con alguna información topográfica son de gran valor para un intérprete experimentado. Estos mapas se pueden usar no sólo corno mapas base sino también para ubicar con precisión los peligros potenciales. Por ejemplo, en las fotografías se pueden ver los bordes de una llanura de inundación durante crecidas o de los daños causados por tormentas, zonas de ruptura de fallas o los deslizamientos del pasado. Esta información a veces puede ser interpretada para obtener la ubicación y la severidad.

9. Sistemas de información geográfica

La naturaleza y la capacidad de los sistemas de información geográfica (SIG) proporcionan una excelente base para procesar y presentar información en forma de mapas (Bender et al., 1989). Los peligros naturales pueden ser la información procesada y presentada. Por ejemplo, el potencial de licuefacción, la estabilidad relativa de la superficie del terreno durante terremotos, las zonas de inundaciones de 100 y de 500 años, y el potencial de ruptura de superficie, fueron ingresados al SIG partiendo de datos originales a escala de 1:24.000, por Alexander et al., (1987) para demostrar el uso de la tecnología de cartografía digital en la reducción de los peligros naturales. (Ver Capítulo 7).

Figura 6-11: MAPAS CATASTRALES MOSTRANDO LOS PELIGROS GEOLOGICOS Y SISMICOS

Leyenda: El área sombreada muestra una zona donde se requiere de investigación en el sitio, debido a una falla activa o potencialmente activa. Las letras indican peligros específicos que deben ser investigados y evaluados: Dr, área de alto potencial de desplazamientos de terreno; Ds, área de alto potencial de deslizamientos inducidos por sismo; E/F, áreas de potencial bajo a moderado de cualquier tipo de peligro geológico.

Fuente: Adaptado de Santa Clara County Department of Land Development Engineering and Surveying, (San José, California: Santa Clara County of Land Development Engineering and Surveying, 1977).

Figura 5-12; UN CORTE TRANSVERSAL LOS EFECTOS GEOLOGICOS PRONOSTICADOS DE UN TERREMOTO SUPUESTO DE MAGNITUD 5.5 EN LA FALLA DE SAN ANDREAS

Leyenda: La severidad de cada efecto sísmico es cualitativamente indicada por el grosor del subrayado, y cuantificada hasta donde lo permite el estado del arte de zonificacion sísmica a escala regional (no se muestra). La severidad de los efectos pronosticados del terremoto, generalmente depende del tipo de material geológico subyacente.

Fuente: Borcherdt, R.D. (ed.) Studies for Seismic Zonation of the San Francisco Bay Region, U.S. Geological Survey, Professional Paper 941-A. (Reston, Virginia: U.S. Geological Survey, 1975).

FIGURE 6-13: MAPA COMPUTARIZADO MOSTRANDO LA SUSCEPTIBILIDAD AL PELIGRO DE LICUEFACCION

Leyenda: Las áreas blancas y con achurado claro, dentro del área comprendida por el anánalisis computarizado, indican un grado leve de problemas. Las áreas achuradas, más oscuras, indican un grado moderado de problemas. No se incluyen áreas de problemas graves en el área mostrada.

Fuente: Adaptado de Santa Barbara County Planning Department, Seismic Safety and Safety Elements. (Santa Barbara, California: Santa Barbara County of Planning Department, 1979).

10. Información procesada por computadora

Las técnicas de mapeo realizado por computadora son tratadas en el Capítulo 5. Si hay disponible información precisa sobre peligros (ubicación, severidad y probabilidad de ocurrencia) a una escala apropiada, su procesamiento por computadora puede ser una técnica invaluable. Por ejemplo, diez peligros hidrológicos, sísmicos y de otra naturaleza geológica, fueron evaluados y clasificados de acuerdo con su severidad relativa. La extensión en área y severidad de los peligros fue transferida a mapas base con un cuadriculado de dos hectáreas por cada casilla (cinco acres) y los niveles de peligros individuales fueron codificados para producir mapas computarizados (1:96.000). Cada peligro evaluado fue asignado a una de estos tres niveles - alto, moderado y entre bajo o ninguno - (Figura 6-13). El Departamento de Planificación del Condado de Santa Barbara, California (1979) diseñó un sistema para clasificar los peligros en una determinada área tanto sobre base individual como colectiva, información que luego pudo ser procesada por la computadora.

Los valores índice del problema geológico (IPG) resultantes fueron obtenidos multiplicando cada peligro por un factor de ponderación que tomó en consideración la gravedad del peligro, la dificultad para atenuarlo y la frecuencia de su ocurrencia. El IPG fue calculado para cada casilla de dos hectáreas en las áreas de análisis computarizado y luego fue asignado a la categoría apropiada de severidad y exhibido sobre un mapa computarizado (Figura 6-7). Estos mapas computarizados de IPG reflejan así una adición de los niveles señalados en los mapas de peligros individuales.

E. Limitaciones

- 1. Credibilidad
- 2. Probabilidad, ubicación y severidad
- 3. Exactitud versus precision
- 4. Escala
- 5. Abuso
- 6. Sintesis versus detalle
- 7 Uso de salvedades

Este capítulo se limita sólo a ejemplos de MPM; no trata sobre las limitaciones de los mapas de peligros individuales u otra información de peligros transferida al MPM. Las siguientes discusiones están dirigidas no sólo a los usuarios del MPM sino a los autores de los MPM, por tres razones: (1) los autores son usuarios de los mapas de peligros individuales así como de otras

informaciones y deben estar igualmente concientes de sus limitaciones, (2) los autores deben estar concientes de las numerosas oportunidades existentes para el mal uso o interpretación que los usuarlos pueden hacer de su producto y (3) los autores deben tratar de indicar algunas salvedades sobre el mismo MPM.

Se debe resaltar el hecho que toda la información sobre peligros que muestra un MPM, junto a la información del mapa base, son solamente símbolos - algunos convencionales, otros abstractos y algunos innovativos. Los usuarios deben leer cuidadosamente las explicaciones (a veces llamadas leyendas), todas las salvedades, y todo el texto complementario que acompaña a un mapa. El autor de un MPM es una persona clave y debe dejar un registro (o archivo) para el usuario del MPM; por ejemplo, fuentes de información utilizadas, escalas ampliadas o reducidas, y limitaciones de la información sobre peligros individuales.

1. Credibilidad

Debe de recalcarse el hecho que la información que presenta un MPM es sólo uno de los factores que ha de considerar el planificador o quien toma decisiones. La información debe ser clara, conveniente y no sólo exacta sino que deberá ser percibida como tal. Por ejemplo, el Capítulo 10 incluye una nota de que "la confiabilidad puede ser cuestionada" cuando un mapa sobre peligros de deslizamientos, a escala de 1:50.000, está basado en un mapa del grado de las pendientes, a escala de 1:250.000. La ubicación, severidad y probabilidad de ocurrencia de cada peligro deben ser dadas o, si se las ignora, ello debe ser indicado claramente.

Se debe recordar que la ubicación, diseño y operación de instalaciones críticas futuras, así como el reforzamiento, abandono y operación de instalaciones críticas existentes, se verán afectados si se considera la información que presenta un MPM.

2. Probabilidad, ubicación y severidad

Debido a la naturaleza geográfica de los mapas, el requerimiento de ubicación se satisface pero no necesariamente ocurre lo mismo con la severidad y probabilidad de ocurrencia. El usuario no debe suponer que porque están dadas la severidad y la probabilidad (Figura 6-3) de eventos sísmicos y de tempestades de viento, también están dadas las correspondientes a tsunamis y volcanes; no es así.

Los elementos de probabilidad, ubicación y severidad de determinados pelígros naturales pueden ser fácilmente afectados por actividades humanas. Por ejemplo, DeGraff(1985) nota que "es totalmente posible...causar la ocurrencia de una falla importante en una zona de peligro moderado. Asimismo, es posible alterar significativamente un lugar dentro de una zona alta o extrema, sin causar un deslizamiento".

Las zonas con diferentes niveles de severidad de peligro-bajo, moderado o alto - corresponden a peligros relativos, no absolutos. Además, tales niveles no son predictivos, sino que más bien indican una susceptibilidad relativa a la ocurrencia de un peligro. El Capítulo 10 anota que la "susceptibilidad" a deslizamientos sólo identifica áreas, no "cuándo" ha de ocurrir el deslizamiento.

3. Exactitud versus precisión

Un prerrequisito para la exactitud sobre ubicación de información de peligros es la exactitud del mapa base seleccionado. La información sobre peligros, disponible y transferida a un mapa MPM, puede ser exacta, pero el nivel de precisión varía enormemente. Esto no es necesariamente debido a la escala o la resolución, sino al número de investigaciones de campo, a la falta de información, el tipo de experimentos y conocimento de los procesos involucrados. Por ejemplo, los niveles de severidad en tres zonas costeras que se muestran en la Figura 6-8 para terremotos, volcanes, inundaciones, vientos fuertes, y deslizamientos varían considerablemente cuando se examina la base histórica.

Otro ejemplo es la ubicación de los bordes de las zonas de intensidad sísmica que muestra la Figura 6-4. De acuerdo a Steinbrugge (1982), algunos observadores asignan la intensidad como el máximo en una localidad, mientras que otros asignan un promedio. Obviamente, esto conduce a variaciones en la ubicación de las líneas.

Un tercer ejemplo es el uso de una isolínea o de una isopleta para indicar la probabilidad o frecuencia. El capítulo 10 señala que tal mapa no es un sustituto para indicar un peligro potencial. A veces una alta frecuencia de deslizamientos en el pasado indica mayor probabilidad de futuros deslizamientos; otras veces puede indicar una menor probabilidad de deslizamientos futuros por el hecho de que el área se ha estabilizado.

4. Escala

Obviamente, la escala escogida determina el tamaño del área y la cantidad de información que puede ser presentada o incluida. Sin embargo, la resolución (o exactitud de la ubicación) también es afectada. Por ejemplo, si un mapa a pequeña escala (1:1.000.000) que utiliza un símbolo con líneas que tengan 1 milímetro de ancho para ruptura de fallas trayectoria de tormentas, o demarcación de zonas de peligros es ampliado diez veces (1:100.000), la línea símbolo tendrá un centímetro de ancho. De igual manera la reducción de símbolos, puntos y líneas, puede conducir a disminuir o aún, desaparecer su importancia.

El autor de un MPM debe suponer que en algún momento el mapa será ampliado o reducido. Los títulos del mapa y sus leyendas generalmente no son afectados por ampliaciones o reducciones, pero las escalas literales o núméricas silo son. Las escalas literales (un milímetro es igual a cien mil metros) y escalas numéricas 1:100.000 son exactas para el mapa original. Por lo tanto, se debe usar una escala gráfica en cada mapa.

Las superficies esféricas, cuando son presentadas sobre un mapa planimétrico, sólo son exactas en el lugar de contacto del plano con la superficie esférica real; se usan varias técnicas de proyección cartográfica para reducir esta distorsión. La técnica de proyección usada puede ser dada, o se pueden utilizar escalas gráficas variables para alertar a los usuarios (Figura 6-3). De acuerdo con la escala y la exactitud de la información del peligro, esta distorsión puede no ser crucial, particularmente si el mapa base tiene suficiente información geográfica para ubicar los peligros.

5. Abuso

Generalmente es difícil percibir la realidad; esta dificultad aumenta cuando se utilizan mapas. Si se considera un mapa como una

realidad, resulta fácil ver los peligros en términos impersonales. La magnitud de los peligros disminuye, las personas son invisibles, las instalaciones críticas u otra información pueden parecer sólo un juego de salón.

Cuando los planificadores y quienes toman decisiones tratan a un mapa como mera simbología y dejan de lado la realidad física que él representa, los resultados pueden ser desastrosos. Por ejemplo, los planificadores para el desarrollo, o los inversionistas, pueden estar tentados de ubicar la infraestructura que se necesita para el desarrollo económico, a lo largo de una línea que parece la más directa y conveniente sobre el mapa. Tal ruta puede estar en zona de ruptura de fallas. Un símbolo con puntos, que represente una población o un número específico de personas, no conlleva información respecto a la base económica de la población o a las características de las personas-edades, nivel de educación, habilidades, sexo o fuentes de ingreso. Confiar en los mapas no es siempre lo mejor; también deben apreciarse sus limitaciones.

Los ejemplos de mal uso de mapas debido a la distorsión vertical y horizontal, densidad de símbolos, colores contrastantes, escalas, o uso de símbolos y colores que tenga poder sugestivo o connotativo, más allá de su rol denotativo, son presentados por Muehrcke (1978).

6. Sintesis versus detalle

Llenar un MPM con símbolos de diversos mapas de peligro individual puede dar la impresión de un estudio más detallado pero, por supuesto, esto no es cierto. Los mapas simplificados de peligros múltiples no sólo crean una mayor percepción acerca de la información que existe, y (más importante aún) de cual es la información que falta. Un MPM no puede sustituir estudios detallados e investigaciones específicas en el sitio. Por ejemplo, el mapa de deslizamientos y de peligro de inundaciones (1:200.000) para la cuenca fluvial del río Jubones, en el Ecuador, llama la atención sobre los peligros que afectarán al sistema de riego. No se lo puede considerar como detalle suficiente para el planeamiento del proyecto, pero si indica dónde se necesitan estudios técnicos a gran escala (1:25.000 a 1:2.500).

7. Uso de salvedades

Las salvedades respecto a las limitaciones del MPM deben aparecer preferiblemente en el mapa, pero también pueden ser incluidas en la memoria que acompaña al mapa. Los métodos usados, los supuestos y otros factores relacionados con los mapas de peligros individuales utilizados para preparar el MPM también pueden ser presentados. A continuación, se da ejemplos de salvedades que se pueden encontrar en el mapa.

- El potencial relativo de presión de expansión de materiales geológicos está presentado como guía; no puede y no debe reemplazar estudios detallados de campo ni investigaciones en laboratorio de presiones de expansión en lugares específicos.
- La relevancia de la información sobre peligros varía de acuerdo con la fecha, calidad y escala de las fotografías aéreas utilizadas para la fotointerpretación y el tipo y la cantidad de investigaciones de campo.
- Los depósitos de deslizamientos menores de 150 metros en la dimensión más larga, no se muestran debido a que son demaslado pequeños para ser claramente identificados en las fotografías o claramente presentados en el mapa base topográfico.
- La edad de un evento volcánico relativamente blen conocido se basa en un rango de fechas en base a radiocarbón, posición estratigráfica, desarrollo de perfil de suelos, dendro-cronología y otros métodos de aproximación. Los eventos relativamente poco conocidos pueden ser aproximadamente estimados comparando su posición estratigráfica con la posición estratigráfica de eventos bien fechados.
- Algunas zonas de peligro de deslizamientos son adecuadas sólo para propósitos de planificación regional. Sirven como pauta para decidir si los deslizamientos representan un problema para un proyecto de desarrollo e identifican lugares que requieren de medidas correctivas. Las zonas señaladas no tienen intención, ni son adecuadas, para evaluar el peligro de deslizamientos para un lugar específico.
- Los bordes de inundaciones que se dibujan en los mapas interpolando entre los linderos laterales del flujo de lodo en cortes transversales adyacentes, uniendo los contornos topográficos, no son un pronóstico de que la presa de derrubio fallará o que una inundación de flujos de lodo habrá de producirse si fallara el bloqueo.
- La escala del mapa puede impedir ilustrar suficientes detalles como para permitir el uso del mapa para estudios de sitios individualizados. La evaluación del potencial de subsidencia de material geológico en lugares específicos, debe de ser realizada por un especialista de ingeniería.
- Los estudios generales sobre potencial de licuefacción, no sustituyen las evaluaciones en lugares específicos. Los mapas son a pequeña escala e indican áreas generales donde podrían estarpresentes materiales susceptibles. Estos mapas son aproximaciones; sin embargo, proporcionan una guía regional para aquellas áreas donde la licuefacción debe ser considerada como un peligro potencial y donde pueden ser necesarlas las investigaciones especiales.
- La magnitud del terremoto que se usa, es aquella considerada como el evento máximo que puede ser generado en una determinada área; sin embargo no se hace ninguna especulación respecto a la probabilidad de las consecuencias, en el caso de que el evento evaluado ocurriese.
- No todas las fallas activas pueden ser identificadas; aquellas activas en profundidad debido a su conocida actividad sísmica, pueden estar tan pobremente definidas en superficie que incluirlas en una zona de peligro por ruptura en superficie no es práctico.

Conclusiones

Los mapas de peligro múltiple son una herramienta importante en el proceso de la planificación para el desarrollo integrado. Cuando son combinados con el mapa de instalaciones críticas que se discute en el Capítulo 7, vienen a ser un factor determinante en la ubicación y financiamiento de nuevo desarrollo. Dejar de considerar todos los peligros naturales en el proceso de la planificación para el desarrollo, y de tomar las medidas para su reducción, conducirá eventualmente a pérdida de vidas, lesiones corporales, daño a propiedades, falla de instalaciones críticas y alteración de importantes actividades económicas. Según el tamaño del evento, su ubicación y sus efectos, el impacto real del peligro puede ser catastrófico y

El Capítulo 10 incluye recomendaciones que son aplicables a todos los peligros, no sólo a los deslizamientos de tierra: consulta inicial con técnicos especialistas, identificación de peligros al comienzo del proceso de planificación, así como revisión inicial del tipo y contenido de la información disponible. Debido al costo y al tiempo que se necesitan para recopilar información para un MPM, se debe dar seria consideración a la colaboración con otros usuarios.

3. Cronograma

La recolección de información general sobre peligros comenzó hace muchos años como parte de programas de las agencias de asistencia para el desarrollo. Dentro de los procedimientos en vigencia para proyectos de la OEA, la recolección de información específica sobre peligros comienza cuando un estado miembro solicita formalmente asistencia técnica y ésta continua durante el proceso de la planificación para el desarrollo integrado (ver Capítulo 1). El envío de un equipo de dos personas al campo por dos semanas, para un rápido esfuerzo de recolección de datos, representa un método de poco costo relativo para iniciar la colección de información específica sobre peligros naturales (OEA, 1984a).

RECOPILACION DE INFORMACION SOBRE PELIGROS MULTIPLES

- Recolección de mapas base e información apropiada de peligros, de las diversas fuentes Identificadas en este libro.
- Evaluación de la homogeneidad, exactitud y totalidad de la información cobertura aérea, detalle, contenido, elementos (probabilidad, ubicación y severidad), formato y símbolos.
- Selección del mapa base y la escala a ser usada, los peligros que han de mostrarse y los símbolos para presentar esos peligros.
- Combinación de la información de peligros individuales determinados, en un MPM de manera exacta clara y conveniente.

Durante la misión preliminar, la recolección de información de peligros se puede lograr mediante:

- Estudios de campo y "sobrevuelos" del área de estudio, contactando funcionarios locales y Ilderes de la comunidad.
- Manteniendo contacto con funcionarlos nacionales de planificación idóneos.
- "Discusiones" con contrapartes nacionales.
- Uso de personal propio o consultores experimentados para obtener una visión general.
- Determinación de la disponibilidad de datos existentes.

Durante las siguientes etapas del estudio, se debe enfatizar los criterios generales para la recolección de datos:

- Tratar de lograr el mismo nivel de detalle.
- Contestar a las preguntas específicas sobre problemas de desarrollo.
- Solicitar la colaboración de instituciones nacionales como fuente.
- Recabar la experiencia de prácticas locales.
- Identificar ideas de proyectos (o técnicas de mitigación).
- Solicitar la colaboración de universidades e instituciones locales de investigación.
- Mantener las descripciones en mínimo y dar énfasis al análisis.

C. Formato del mapa

- Mapa base
- 2. Escala y cobertura
- 3. Peligros a ser incluidos
- Tipos de simbolos

Los mapas son la manera más efectiva de presentar la ubicación presente y relativa. Los mapas, simplemente, pueden ser definidos como representaciones geográficas planas de información mediante el uso de símbolos. Una buena introducción a los tipos y contenidos de mapas, sobreposición de datos y extracciones, y cartografía de uso de tierras y cobertura de tierras, puede encontrarse en el Coastal Mapping Handbook (Ellis, 1978). Tales aproximaciones ayudan a que el MPM no sólo indique la existencia de peligros naturales, sino a que también muestre su ubicación, severidad y probabilidad de ocurrencia de manera exacta, clara y conveniente.

El área cubierta, escala, detalle, peligros que se muestran, y el formato de un MPM pueden variar considerablemente:

- Mundo: 1:30.000.000
- Continente: 1:5.000.000, 1:2.000.000
- Región: 1:500.000. 1:200.000, 1:96.000, 1:50.000 Comunidad o asentamiento: 1: 24.000, 1:12.000
- Sitios de construcción: 1:10.000, 1:2.500

Se ha dicho que la utilidad de un mapa está en sus omisiones. Exceptuando la información de orientación (caminos, ríos, líneas de costa, nombres de localidades) el mapa debe ser tan simple y sin detalles como sea posible. Se debe resaltar la información sobre peligros naturales.

La discusión de los aspectos importantes del MPM se encuentra a continuación: mapa base, escala y cobertura, peligros a mostrarse, y tipos de símbolos que se deben usar. Se hace referencia a nueve ejemplos (Figuras 6-3 a 6-11) que podrían parecer engañosamente sencillos. Dos están a color, uno es generado por computadora, uno muestra sólo dos peligros mientras

- Son posibles evaluaciones más realistas de los riesgos a) nuevo desarrollo
- Las técnicas adecuadas para la reducción de peligros pueden ser más fácilmente incorporadas durante la formulación del proyecto de Inversión.
- La selección de usos adecuados de la tierra puede resultar más racional.

La figura 6-2 ilustra el tipo de información que se necesita. Puede que no se encuentre los tres elementos para todos los peligros. En la compilación de un MPM es de igual importancia saber lo que falta. Se puede buscar o producir información adicional pero, por lo menos, aquellas decisiones sobre desarrollo e inversión basadas en información inadecuada, deben ser anotadas.

También es importante distinguir entre un peligro definido como no presente y otro cuya presencia no puede ser adecuadamente evaluada debido a información limitada. Por ejemplo, un enfoque conservador del desarrollo, debido a información "no adecuada" del peligro, puede resultar ser contraproductivo con el correr del tiempo. Si la respuesta del planificador o de quien toma la decisión respecto a un peligro potencial "exagerado", es descartar el área o recomendar un diseño resistente muy costoso, se creará un problema de credibilidad cuando se descubra un peligro potencial "real."

2. Fuentes y recopilación de información

Hay una enorme cantidad de fuentes de información sobre peligros, incluyendo muchas bibliotecas públicas y privadas, oficinas y centros de referencia a nivel internacional, nacional, regional y de comunidades. Estas entidades pueden estar preocupadas con la infraestructura, instalaciones comunitarias, desarrollo económico, exploración de recursos, planificación para uso de tierras, preparativos para emergencias, estudios geotécnicos, respuesta a desastres, y muchas otras actividades. A veces estas fuentes coordinan la recopilación de información sobre peligros, pero no siempre se puede aspirar a ello. Muchos usuarios de la información para la planificación del desarrollo, son también los que consiguen la información sobre peligros naturales. Tinsley y Hollander (1984) han compilado una lista de agencias gubernamentales de ciencias de la tierra y han seleccionado las principales organizaciones internacionales cuyas funciones son similares a las del U.S. Geological Survey.

Se puede inferir alguna información de peligros de la información fotográfica, topográfica, geológica, hidrológica, climatológica y de suelos ya existentes para regiones pobladas. El Capítulo 10 de este manual, sobre cartografía de peligro de deslizamientos, sugiere que las autoridades locales responsables de obras públicas, actividades de selvicultura y agrícolas, son valiosas fuentes de información dada su familiaridad con problemas en el pasado.

La Organización de Estados Americanos (1969) en su libro de casos de investigaciones de recursos físicos para el desarrollo ambiental, presenta sugerencias para obtener información sobre peligros. Estas incluyen los estudios existentes sobre recursos; fotografía aérea; reconocimiento personal; estudios exploratorios, de reconocimiento, semidetallados y detallados; cartografía en base a la fotografía aérea, ortofotos y la fotogrametría; estudios geológicos; estudios de inundaciones y estudios de erosión de suelos.

La información de peligros también puede ser obtenida de datos de sensoramiento remoto (Ver capítulo 4). Varias fuentes de información sobre inundaciones, desertificación, terremotos, deslizamientos y otros peligros naturales están consignadas en el Apéndice A y en los Capítulos 8 al 12.

CARACTERISTICAS DE INFORMACION QUE SE NECESITA PARA EVALUAR FENOMENOS NATURALES

- Ubicación
- Probabilidad de ocurrencia
- Severidad

Figura 6-2
EJEMPLOS DE LOS TIPOS DE INFORMACION QUE SE NECESITAN PARA EVALUAR EL POTENCIAL DE PELIGRO DE LOS
FENOMENOS NATURALES

	TERREMOTOS	DESLIZAMIENTOS DE TIERRA	HURACANES	INUNDACIONES DE RIOS
UBICACION	Epicentros Formaciones geológicas	Inventarios Formaciones geológicas Pendiente	Desprendimiento de tierras Trayectoria	Canal Trayecto de inundación Llanura de inundación Elevación
SEVERIDAD	Intensidad Magnitud Aceleración Desplazamiento	Velocidad Desplazamiento	Velocidad del viento Precipitación	Volumen Velocidad Tasa de crecidas
PROBABILIDAD DE OCURRENCIA	Velocidades de desplazamiento	Recurrencia de terremotos Regímenes de precipitación Velocidad de destrucción de bordes	Ocurrencia histórica	Períodos de retorno históricos Registros de inundaciones Evento de diseño

Tal como se describe en el recuadro más adelante, la recopilación de información de estas diversas fuentes incluye cuatro pasos: colección, evaluación, selección y combinación.

La visión general de los peligros naturales, por Bender (1986), en relación con el proyecto de St. Kitts y Nevis, ofrece el ejemplo de una evaluación preliminar de información de peligros disponible, basada en datos que se encontraban a mano. El estudio Santiago-Mira (OEA, 1984a) demuestra la importancia de obtener una imagen "rápida de los problemas de desarrollo de la región. Esto significa enviar a un 'hombre de avanzada' al área de estudio para determinar los principales problemas e identificar técnicos locales experimentados".

Granizo	Inundación costera	Ruptura de fallas
Huracanes	Desertificación	Sacudimiento del terreno
Tormentas eléctricas	Sequía	Esparcimiento lateral
Rayos	Erosión	Licuefacción
Tomados	Inundaciones de ríos	Seiches
Tormentas tropicales	Inundaciones por mareas de tormenta	Tsunamis
Volcánicos	Otros Geológicos	Incendios
Caída de cenizas	Avalanchas de derrubios	Arbustos
Gases	Suelos expansivos	Bosques
Flujos de lava	Calda de rocas	Sabanas
Proyectiles y explosiones laterales	Deslizamientos submarinos subsidencia	Conflagración urbana
Flujos piroclásticos		
Tefra (cenizas, escoria, lapilli)		

B. Preparación de mapas de peligros múltiples

- 1. Información traducida
- 2. Fuentes y recopilación de información
- 3, Cronograma

Un prerrequisito para la recopilación de información sobre peligros individuales y su presentación gráfica, es obtener o crear un mapa base sobre el cual colocar la información. Las características y ejemplos de los mapas base son discutidas en la próxima sección, que trata sobre el formato de mapas. El mapa base usualmente se selecciona durante la misión preliminar; el equipo sólo necesita seleccionar una escala adecuada para el área de estudio. Este mapa inicial también puede servir como índice para mapas de peligros más detallados. Se pueden usar varios mapas base, a diferentes escalas, según sean el área o áreas de estudio final y la escala predominante de los mapas individuales de peligros. El mapa más detallado de un peligro individual puede ser seleccionado como mapa base si es que proporciona una orientación geográfica adecuada. El mapa base usado para un MPM puede ser el mismo que el usado para el mapa de instalaciones críticas que se describe en el capítulo 7.

1. Información traducida

Mucha de la información sobre peligros se encontrará en la forma de trabajos científicos sobre el proceso y la predicción de un evento potencialmente peligroso y de observaciones del impacto de eventos anteriores (Du Bois, 1985), tales como inventarios de volcanes y registros de elevaciones máximas de Inundaciones. Frecuentemente se encuentran mapas en formatos diferentes. Esta información, si bien es un prerrequisito para un MPM, no es fácilmente comprendida por todos: tiene que ser "traducida" y colocada sobre mapas para los planificadores y quienes toman las decisiones.

Una traducción útil tiene que ser presentada en un formato que sea comprensible por el equipo de planificación. Aún más importante: la información debe ser percibida como la explicación de un peligro que puede afectar adversamente la vida, la propiedad o las actividades socio-económicas. Esto se puede lograr proporcionando tres elementos - ubicación, probabilidad de ocurrencia (frecuencia o períodos de retorno) y severidad. Un planificador o una persona responsable de la toma de decisiones, evaluando un uso de tierras específico, una estructura o una actividad socioeconómica, generalmente no está interesado en un evento potencial cuya (1) ocurrencia no se espera hasta dentro de un tiempo muy largo, (2) cuya ubicación no es conocida, o (3) cuyo tamaño o efecto no es muy grande. Estos elementos varían de acuerdo con el fenómeno, por ejemplo:

- Las áreas costeras anualmente expuestas a vientos de determinada velocidad y a inundaciones por mareas de tormentas con alcances específicos.
- Las llanuras y rutas de inundación que serán impactadas por velocidades específicas y alturas de agua debido a precipitaciones cuya duración e intensidad tienen un intervalo de recurrencia de cincuenta años.
- Las zonas de rupturas de fallas, materiales geológicos licuables y áreas susceptibles a deslizamientos de tierra que tienen un desplazamiento vertical u horizontal significativo, asociado a un supuesto sismo de magnitud específica con probabilidad de ocurrencia en un período de uno o doscientos años.

BENEFICIOS DE LA CARTOGRAFIA DE PELIGROS MULTIPLES

- Un enfoque más conciso de los efectos e impactos de los fenómenos naturales sobre una área particular, es posible durante las primeras etapas de la planificación.
- Muchos peligros, y el mecanismo de gatillo de cada cual, pueden ser vistos al mismo tiempo. Se pueden recomendar técnicas comunes de reducción o mitigación para la misma porción del área de estudio.
- Información inadecuada o faltante del peligro (ubicación, severidad o frecuencia) puede ser más fácilmente identificada.
- Una área de estudio o una sub-área puede ser expandida, reducida o eliminada.
- Las áreas de estudio pueden ser divididas en sub-áreas que requieran más información, evaluaciones adicionales, o técnicas específicas de reducción.

desastroso.

El tema ha sido planteado claramente en un reciente manual del Departamento de Desarrollo Regional y Medio Ambiente de la OEA (1987b):

Los conflictos entre los peligros naturales y las actividades de desarrollo ... resultan de una confrontación entre eventos naturales peligrosos y la actividad humana. Los llamados "desastres naturales" ocurren porque no hemos dado la suficiente atención a los fenómenos naturales peligrosos. En realidad, el término "desastre natural" conduce a una concepción incorrecta por esta razón: culpa a la naturaleza cuando, en realidad, la culpa corresponde a quienes decidieron que se implementen proyectos bajo circunstancias que ponen en peligro alcanzar aquellos objetivos mismos para los cuales fueron diseñadas las actividades de desarrollo.

El énfasis del proceso de la planificación para el desarrollo integrado, está orientado al desarrollo de recursos naturales, energía, infraestructura, agricultura, industria, asentamientos humanos y servicios sociales (OEA, 1984a). Se da importancia principal a la recolección y evaluación de información sobre peligros naturales, para reducir su impacto adverso sobre el desarrollo. Se cree que si los peligros fueran evaluados y se incorporaran técnicas apropiadas de reducción en cada etapa del proceso de la planificación para el desarrollo integrado, los desastres sociales y económicos causados por los peligros naturales serían evitados o substantivamente reducidos.

De igual importancia es la actitud de aquellos científicos, planificadores, ingenieros y funcionarios responsables de la toma de decisiones a nivel nacional, regional y de comunidades, involucrados en la recolección y evaluación de información de peligros para nuevo desarrollo. Muchos de ellos son personas claves, con responsabilidad del desarrollo actual; el uso de información de peligros para nuevo desarrollo se incrementará en la medida que tengan interés en usar esa información para cumplir con sus responsabilidades en el sostenimiento del desarrollo existente.

Una reiteración final: el grado de credibilidad, exactitud y contenido de un MPM no es mayor que la información de los peligros individuales con la cual fue compilado el MPM. Cualquier limitación de la Información sobre peligros individuales, es simple y llanamente transferida al MPM.

Referencias

** Alexander, R.H., <u>et al</u>. Applying Digital Cartographic and Geographic Information Systems Technology and Products to the National Earthquake Hazards Reduction Program: Proceedings of a Workshop on "Earthquake Hazards along the Wasatch Front, Utah," Open-File Report 87-154 (Reston, Virginia: U.S. Geological Survey, 1987), pp. 100-146.

Alfors, J.T., Burnett, J.L, and Gay, T.E., Jr. "Urban Geology, Master Plan for California, the Nature, Magnitude, and Costs of Geologic Hazards in California and Recommendations for Their Mitigation" in California Division of Mines and Geology Bulletin 198 (Sacramento, California, 1973).

- ** Bender, S.O. St. Kitts and Nevis Forestry Development and Resource Management Planning Project: Report on Natural Hazards Assessment and Settlement Development Planning in Saint Kitts and Nevis (Washington, D.C.: Organization of American States, 1986).
- * Natural Hazard Risk Assessment and Disaster Mitigation Pilot Project in Latin America and the Caribbean Basin (Washington. D.C.: Organization of American States, 1984).

Blair, M.L. "Planning for Flood-loss Reduction in the Napa Valley" in A.O. Waananen, J.T. Limerinos. W.J. Kockelman. W.E. Spangle, and M.L. Blair, Flood-prone Areas and Land-use Planning-Selected Examples from the San Francisco Bay Region, California, Professional Paper 942 (Reston. Virginia: U.S. Geological Survey, 1977), pp. 46-65.

Blair, M.L., and Spangle, W.E. Seismic Safety and Land-use Planning-Selected Examples from California, Professional Paper 941-B (Reston, Virginia: U.S. Geological Survey, 1979).

- ** Borcherdt, R.D. (ed.). Studies for Seismic Zonation of the San Francisco Bay Region, Professional Paper 941-A (Reston, Virginia: U.S. Geological Survey, 1975).
- * Brown, R.D., Jr., and Kockelman, W.J. Geologic Principles for Prudent Land-use: A Decision maker's Guide for the San Francisco Bay Region, California, Professional Paper 946 (Reston, Virginia: U.S. Geological Survey, 1983).

De Graff, J.V. Landslide Hazard on St. Lucia, West Indies (Washington, D.C.: Organization of American States, 1985).

- ** Du Bois, R. A Natural Hazards Assessment of the Coastal Area of Saint Lucia, West Indies (Washington, D.C.: Organization of American States, 1985).
- * Ellis, M.Y. (ed.). Coastal Mapping Handbook (Washington, D.C.: U.S. Geological Survey and Office of Coastal Zone Management, 1978).
- * Griggs, G., and Savoy, L. (eds.). Living With the California Coast (Durham, North Carolina: Duke University Press, 1985).
- * Hays, W.W. Facing Geologic and Hydrologic Hazards, Earth-science Considerations, Professional Paper 1240-B (Reston, Virginia: U.S. Geological Survey, 1981).
- * Kockelman, W.J. "Some Techniques for Reducing Landslide Hazards" <u>In</u> Bulletin of the Association of Engineering Geologists, vol. 23, no. 1 (1986).
- * "Using Earth-science Information for Earthquake-hazard Reduction" in J.I. Ziony (ed.), Evaluating Earthquake Hazards in the Los Angeles Region-An Earth-science Perspective, Professional Paper 1360 (Reston, Virginia: U.S. Geological Survey, 1985).
- *- Reducing Losses from Earthquakes Through Personal Preparedness, Open-File Report 84-765 (Menlo Park, California: U.S. Geological Survey, 1984).
- Use of U.S. Geological Survey Earth-science Products by Selected Regional Agencies in the San Francisco Bay Region, California, Open-File Report 79-221 (Menlo Park. California: U.S. Geological Survey, 1979).

- *Flood-loss Prevention and Reduction Measures* in A.O. Waananen, et al Flood-prone Areas and Land-use Planning-Selected Examples from the San Francisco Bay Region, California, Professional Paper 942 (Reston, Virginia: U.S. Geological Survey, 1977), pp. 23-30.
- Use of U.S. Geological Survey Earth-science Products by County Planning Agencies in the San Francisco Bay Region, California, Open-File Report 76-547 (Menlo Park, California: U.S. Geological Survey, 1976).
- Use of U.S. Geological Survey Earth-science Products by City Planning Agencies in the San Francisco Bay Region, California, Open-File Report 75-276 (Menlo Park. California: U.S. Geological Survey, 1975).
- ** Kockelman, W.J., and Brabb, E.E. "Examples of Seismic Zonation in the San Francisco Bay Region" in E.E. Brabb (ed.), Progress on Seismic Zonation in the San Francisco Bay Region, Circular 807 (Reston, Virginia: U.S. Geological Survey, 1979).
- ** Laird, R.T., et al. Quantitative Land-capability Analysis, Professional Paper 945 (Reston, Virginia: U.S. Geological Survey, 1979).
- Miller, C.D. Potential Hazards from Future Eruptions in the Vicinity of Mount Shasta Volcano, Northern California, 3 plates. Bulletin 1503 (Reston, Virginia: U.S. Geological Survey, 1980).
- ** Muehrcke, P.C. Map Use: Reading, Analysis, and Interpretation (Madison, Wisconsin: J.P. Publications, 1978).

Münchener Ruckversicherungs-Gesellschaft. World Map of Natural Hazards, scale 1:30.000.000 (Munich, 1978).

National Research Council, Confronting Natural Disasters: An International Decade for Natural Hazard Reduction (Washington, D.C.: National Academy Press, 1987).

- * Multiple Hazard Mitigation: Report of Workshop on Mitigation Strategies for Communities Prone to Multiple Natural Hazards (Washington, D.C.: National Academy Press, 1983).
- * Organization of American States, Department of Regional Development. Course on the Use of Natural Hazards Information in the Preparation of Investment Projects, vol. 1, 15 annexes (Washington, D.C.: Organization of American States, 1987a).
- Minimum Conflict; Guidelines for Planning the Use of American Humid Tropic Environments (Washington, D.C.: Organization of American States, 1987b).
- ** Natural Hazards Map of the Paraguayan Chaco, Program Area 4-C scale 1:50.000 (Washington, D.C.: Organization of American States, 1985).
- ** Proyecto de Desarrollo, República de Honduras, Riesgos Naturales, Map scale 1:50.000 (Washington, D.C.: Organización de los Estados Americanos, 1985).
- * Integrated Regional Development Planning: Guidelines and Case Studies from OAS Experience (Washington, D.C.: Organization of American States, 1984a).
- ** Saint Lucia Coastal Hazard Map, Prepared with the Collaboration of the Ministry of Agriculture, Lands, Fisheries, Co-operatives and Labour of the Government of Saint Lucia, scale 1:50.000 (Washington, D.C.: Organization of American States, 1984b).
- ** Plan Hidráulico del Jubones, República del Ecuador, vol. 3 (Washington, D.C.: Organización de los Estados Americanos. 1984c).
- * Physical Resource Investigations for Economic Development: A Casebook of OAS Field Experience in Latin America (Washington, D.C.: Organization of American States, 1969).
- ** Regional Seismological Center for South America (CERESIS). Maximum Intensity Map of South America, scale 1:5,000,000 (Lima: Regional Seismological Center for South America, 1985).
- ** Robinson, A.H., Sale, R.D., and Morrison, J.L. Elements of Cartography, 4th ed. (New York: John Wiley and Sons, 1978).

Santa Barbara County Planning Department. Seismic Safety and Safety Elements (Santa Barbara, California, 1979).

Santa Clara County Planning Department. Public Safety Map no. 1 (San Jose, California, 1973).

San Mateo County Planning Department. Seismic and Safety Elements of the General Plan, vols. 1 and 2 (Redwood City, California, 1976).

- * Steinbrugge, K.L. Earthquakes, Volcanoes, and Tsunamis (New York: Skandia American Group, 1982).
- ** Thompson, M.M. Maps for America, 2nd ed.: Cartographic Products of the U.S. Geological Survey and Others (Reston, Virginia: U.S. Geological Survey, 1981).

Tinsley, E.J., and Hollander, J.P. Worldwide Directory of National Earth-science Agencies and Related International Organizations, Circular 934 (Reston, Virginia: U.S. Geological Survey, 1984).

- ** United Nations, Office of the Disaster Relief Coordinator. Disaster Mitigation: A Manual for Planners, Policy Makers, and Communities, 5 annexes (final draft) (Geneva: United Nations, 1988).
- * Natural Disasters and Vulnerability Analysis: Report of Expert Group Meeting (9-12 July 1979) (Geneva: UNDRO, 1980).
- U.S. Office of Coastal Zone Management. Natural Hazard Management in Coastal Areas (Washington, D.C.: U.S. Department of Commerce, 1976).

Vlasic, T.C., and Spangle, W.E. "Use of Slope-stability Information in Land-use Planning" in T.H. Nilsen, et al. Relative Slope Stability and Land-use Planning in the San Francisco Bay Region, California, Professional Paper 944 (Reston, Virginia: U.S. Geological Survey, 1979).

- * Ziony, J.I. (ed.). Evaluating Earthquake Hazards in the Los Angeles Region: An Earth-science Perspective. Professional Paper 1360 (Reston, Virginia: U.S. Geological Survey, 1985).
 - * Referencia clave.
 - ** Referencia clave específicamente para cartografía de peligros múltiples.

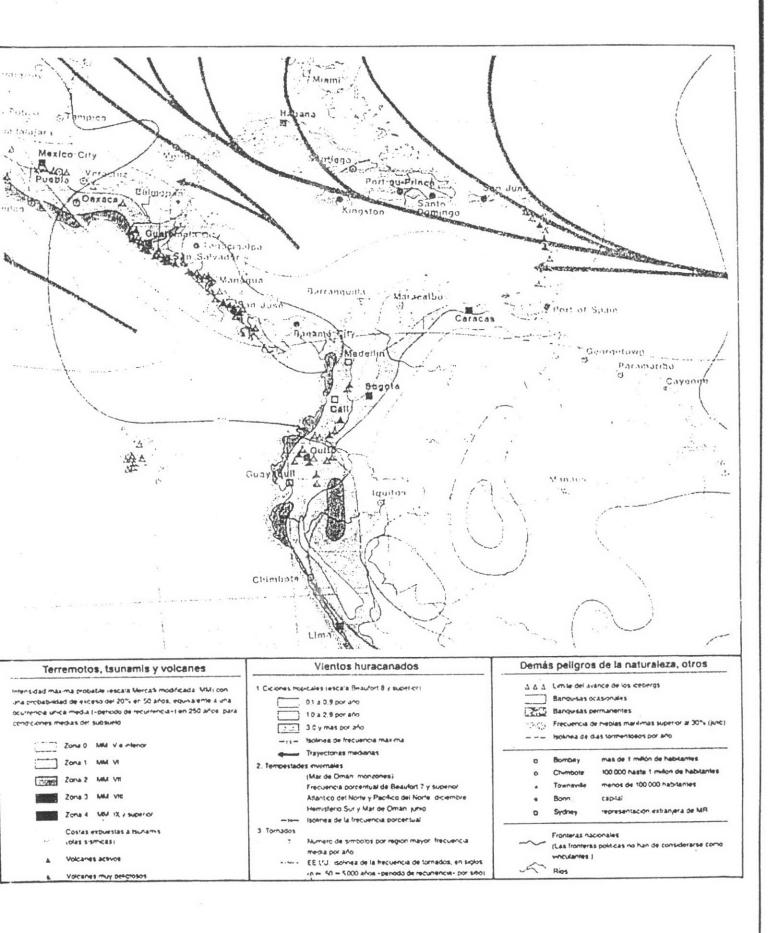


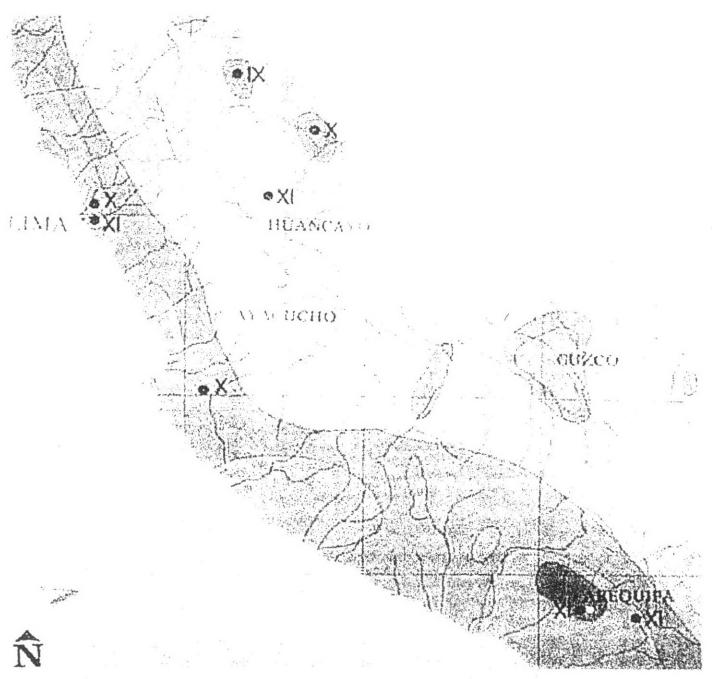




Conditions and Disclaimer
Condiciones de descargo y responsabilidad

This page was last updated on Tuesday, July 16, 2002





Leyenda:



I(MM) = X

I(MM) = IX

I (MM) = VIII



I(MM) = VII

I(MM) = VI

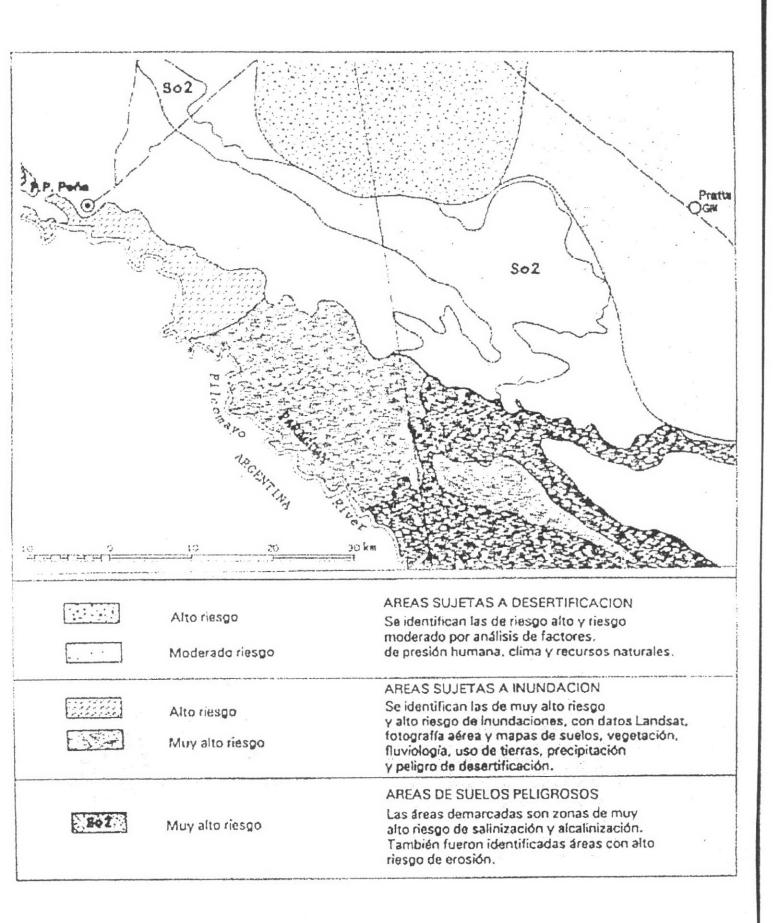
I(MM) = V

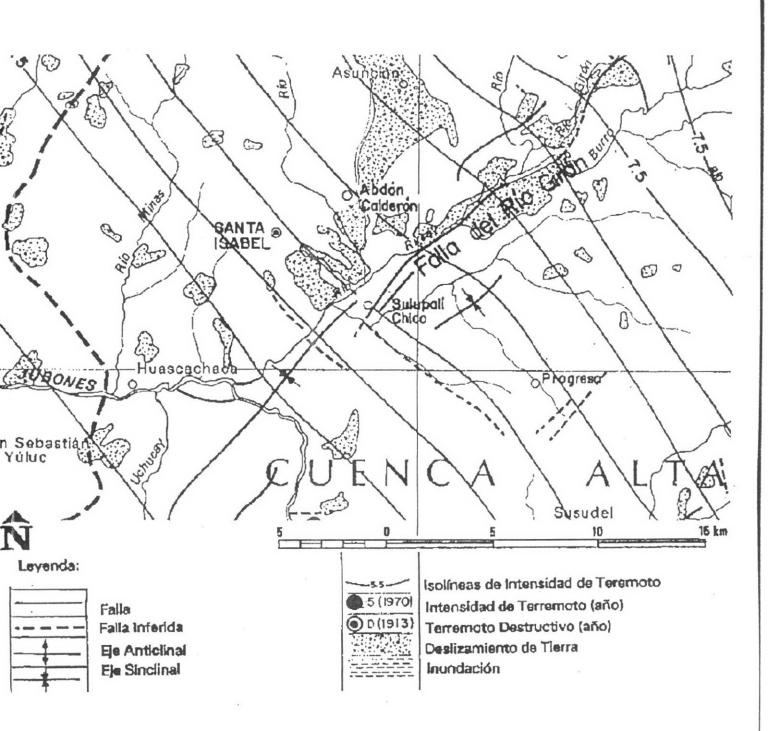
V > = (MM)1

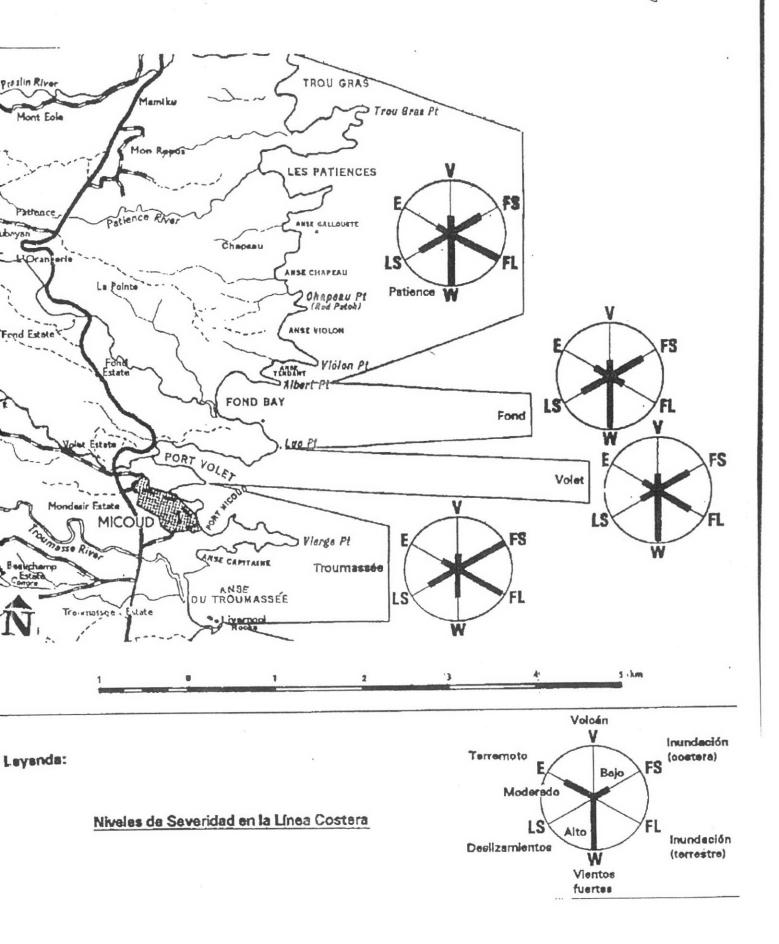


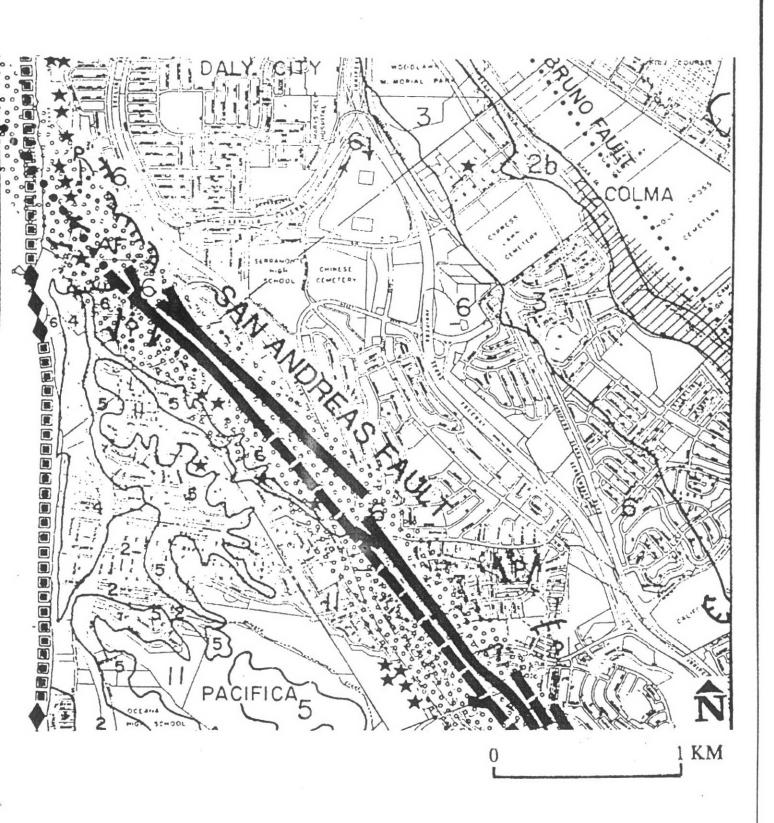
Intensidades en exceso de los valores de contorno, observadas en áreas de extensión restringidas.

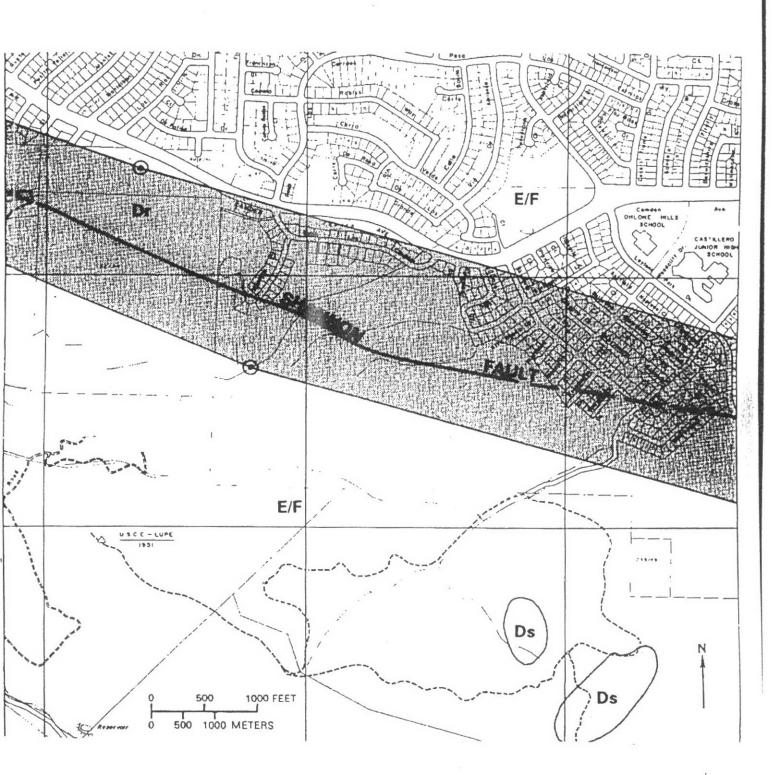


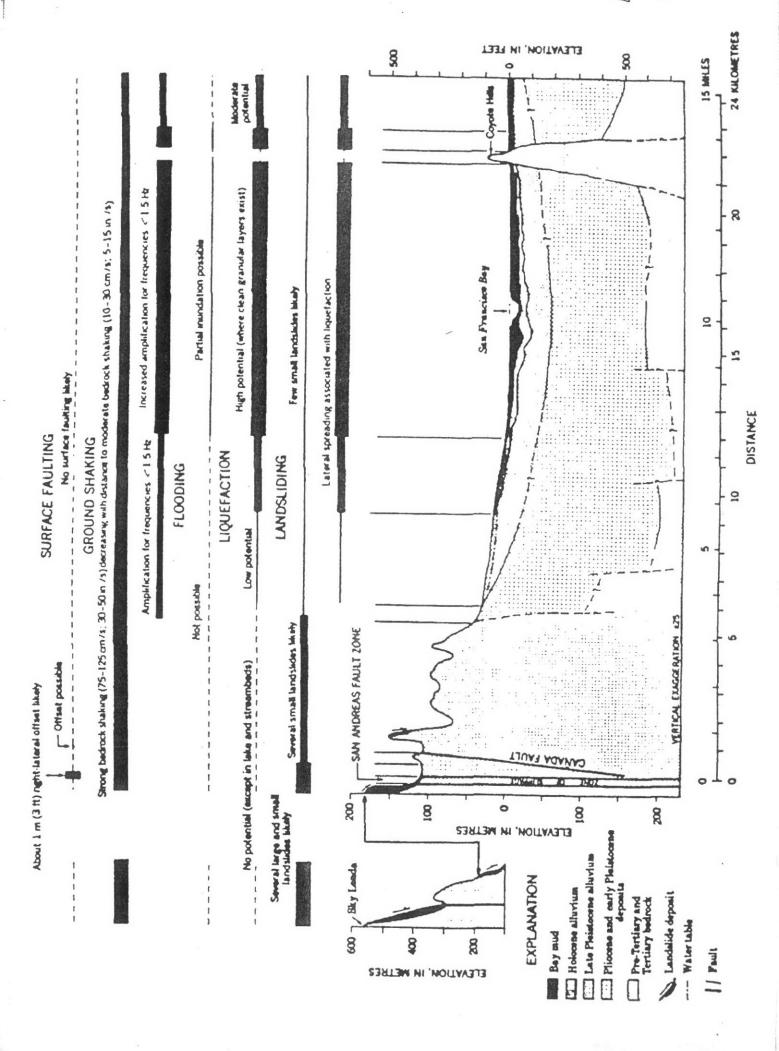


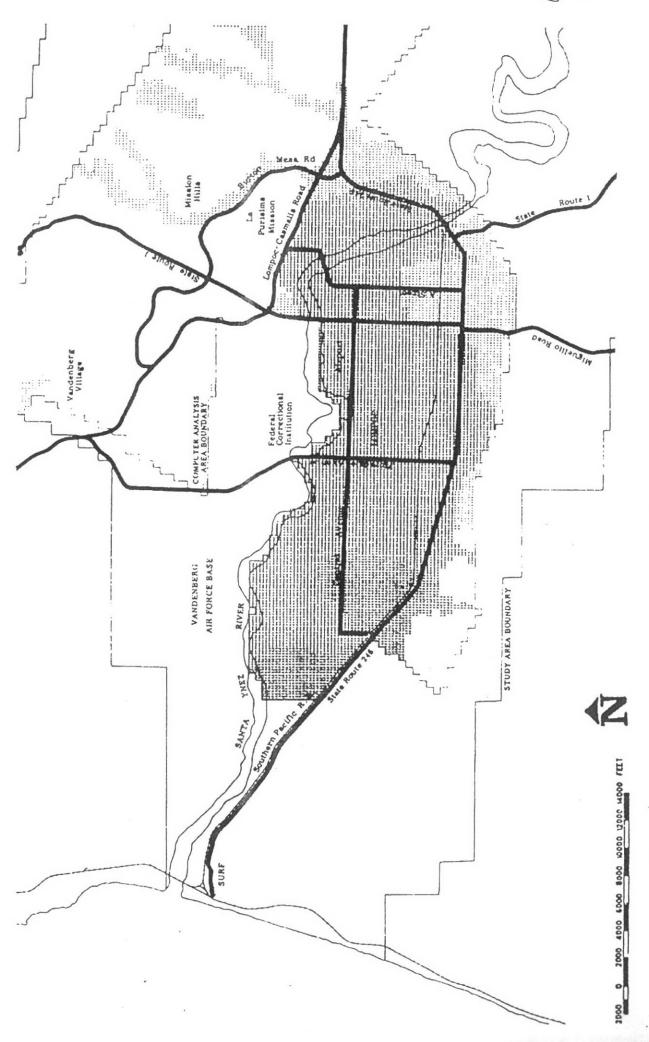












Consideraciones sobre los aspectos de amenazas geológicas en la región Centro-Norte de Venezuela

Luis A. Acosta / Adolfo López

Al intentar establecer las amenazas geológicas a las cuales está expuesta la zona Centro-Norte de Venezuela, nos vemos tentados a utilizar términos y teorías muy especializadas que harían que incuriéramos en el error de perder nuestro eje fundamental, el cual está referido a conocer con exactitud como la geología perse. puede ser, y de hecho es lo suficientemente poderosa como para convertirse en una factor de riesgo para una determinada población urbana (ver figura).

La amenaza geológica en la región en discusión, está compuesta por diferentes elementos (fallas activas, formaciones geológicas con grandes espesores y un alto grado de rocas descompuestas. grandes desniveles topográficos, cuencas hidrológicas susceptible a los fenómenos climáticos, cuencas sedimentarias soportando metrópolis) que en algunas situaciones pueden funcionar de manera independiente, pero que en la mayoría de los casos se encuentran en absoluta interrelación. Ello puede convertirse en una excelente base para diseñar grandes y seguros urbanismos, o, en caso de no considerarse, puede significar un caldo de cultivo de verdaderas catástrofes, como por ejemplo la ocurrida en 1999 en el Estado Vargas.

Los fenómenos naturales ocurren luego de cumplirse condiciones y leyes naturales muy precisas, por tanto, no son aleatorios. Por el momento estos fenómenos no pueden ser predichos, pues ignoramos sus leyes.

Lo que queda muy claro en lo antes expuesto, es que nuestra incapacidad para predecir estos fenómenos naturales no tiene que ver tan sólo con el hecho de que el fenómeno sea muy dificil de conocer; lo que ocurre es que todavía no hemos podido precisar las leyes que lo regulan. Esto se convierte en una exigencia más a la cual estamos expuestos los profesionales de la ciencia de la tierra y del urbanismo, en cuanto a la necesidad de interiorizar en la cultura del RIESGO.

Hablar de la cultura del riesgo implica que los profesionales de la materia deben conocer cuáles son los peligros naturales de las regiones en donde proyectan realizar sus obras. Para ello es necesario explorar la geografía y las características naturales y urbanas, teniendo en cuenta que cada geografía implica ciertas amenazas específicas para el ser humano que viva y se desplace en ella. El fin último, en todos los casos, es lograr la Prevención de cualquier tragedia.

Esta tarea, que definitivamente se hace titánica y compleja cuando el profesional, consciente de su labor social y crevente en la Prevención como única medida para evitar tragedias, tropieza con un vacío de información escrita y con la ausencia de cartografía regional completa que refiera las amenazas geológicas a nivel nacional y

El presente escrito no pretende sustituir la insustituible, pero sí, de manera muy modesta y con base en nuestra experiencia y conocimiento teórico en cuanto a amenazas geológicas, mostrar una propuesta de zonificación de las amenazas regionales, por medio de un corte esquemático de lo que serían las franjas de los riesgos geológicos de la zona Centro-Norte de Venezuela (ver figura). 05501:00

A manera de resumen y justificando nuestro escrito, trataremos de

Meteorización: La meteorización presenta, como efectos paulatinos, la descomposición físico-química de la masa rocosa de las formaciones geológicas, el aumento de los espesores de suelos y cambios en las características geomecánicas originales de las litologías originales. Dicho de manera coloquial, es el proceso de descomposición de la roca transformándose en suelo residual. Su origen se debe a los efectos generados por los agentes del medio ambiente que actúan sobre las rocas a lo largo del tiempo, los cuales varían de acuerdo a las condiciones de contorno e internas de la roca, produciendo procesos químicos o físicos, los cuales pueden actuar tanto de manera independiente como en conjunto. Este elemento de amenaza geológica en la región Centro-Norte, no tomado en cuenta por muchos profesionales de la geotecnia en los estudios geotécnicos, puede manifestarse en campo, por alcanzar de 10 a 30 metros de profundidad, por lo cual es susceptible de formar cárcavas profundas y de evidenciar la presencia de deslizamientos de gran tamaño y profundidad, dependiendo tambiÉn de la pendiente.

Cuencas sedimentarias: La grandes poblaciones de la región capital se encuentran establecidas en depresiones aluviales coluviales intra montañas. En estas cuencas existen profundos espesores de sedimentos de edad reciente, con niveles de agua subterránea elevados. Estas cuencas pueden ser elementos de amenaza cuando interactúan con las ondas sísmicas, ya que dicha combinación puede manifestar fenómenos de la amplificación de las ondas sísmicas (sismo de Caracas, 1967), así como también cambios en el estado físico de las arenas, las cuales adquieren un comportamiento de líquido (licuefacción), pudiendo presentarse posibles hundimientos por extracción de

Facturación y discontinuidades en la roca: estas características de algunas zonas rocosas, asociadas a deformaciones geológicas como fallas y pliegues, son factores de amenaza geológica asociados con la estabilidad de laderas y taludes de corte, desprendimientos de roca, filtraciones en presas de agua, etc.

Agentes antrópicos: se basan en la degradación de la geología y relieve original ocasionada por la intervención del ser humano, dando como resultado una serie de consecuencias negativas en el medio físico natural con repercusiones directas en la población; tal es el caso de la alteración drástica del relieve original, debida a cortes y rellenos generados por inadecuados movimientos de tierra; del cambio de las condiciones de áreas de alta inestabilidad y de la eliminación de la cobertura vegetal, rompiendo el equilibrio natural y exponiendo el área a los agentes erosivos, movimientos de masa e implantación de grandes presas de agua.

6610 C. 0616: US 6061 a mundaciones: se originan por diversas causas, por ejemplo: grandes lluvias, desbordes de ríos o embalses, obturaciones de cuencas o drenajes, tormentas, maremotos, etc. Pueden ser localizadas o de gran extensión, así como muy violentas, en cuyo caso ocasionan cuantiosos daños. Su magnitud está en relación directa con los niveles que alcancen las aguas en la inundación, con la violencia y rapidez conque se produzca y con el área geográfica que abarque. Del mismo modo, puede considerarse la calidad de los diseños y construcciones de las obras, en cuanto haber o no considerado las precauciones de un cierto nivel de seguridad previsto; la calidad del terreno donde se sitúan las

describir la geomorfología de la región capital, a fin de que ustedes, los profesionales del área, tengan un conocimiento general de aquellas zonas que van a intervenir.

La región capital presenta paisajes que aparecen reiteradamente. es por ello que en este momento y a manera de ejercicio, le proponemos al lector, hacer un vuelo virtual sobre la región capital para visualizar las características geomorfológicas de la misma. Lo primero que observará, con vista de pájaro, es el característico paisaje de costa muy recta con dirección Este-Oeste, desde las poblaciones de Chirimena hasta Morón. Esta geografía tiene un fuerte componente tectónico (contacto de placas tectónicas), dado que la falla activa de San Sebastián controla la regularidad de la línea de costa; luego, inmediatamente y de manera abrupta, se encontrará con fuertes desniveles topográficos que pertenecen al grupo de filas Este-Oeste de la Cordillera de la Costa, notando que existen valles intramontanos incluidos y desarrollados en el mismo sentido (E-O), como lo son Caracas, Guarenas-Guatire y los Valles del Tuy. Un poco al Sur de Caracas encontrará seguidamente los grandes desarrollos de los altos mirandinos ubicados en sentido Este-Oeste. Por último, le pedimos al lector que penetre tambiÉn virtualmente la superficie de la tierra y desde el subsuelo mire como un topo, en dirección Este-Oeste; de este modo observará por lo menos cuatro lineas aproximadamente verticales, las cuales constituyen zonas de fallas sísmicas donde los planos de falla se extienden Este-Oeste y se profundizan a más de 10 km. bajo la superficie de nuestra región capital. Encontrará además, entre otros elementos, grandes espesores de roca descompuesta y transformada en suelo, muchas veces en relieves con altas pendientes como los de San Antonio de Los Altos. TambiÉn observará coincidencialmente que las grandes poblaciones se encuentran sobre grandes espesores de suelos recientes, emplazados dentro de cuencas con dirección Este-Oeste allneadas con fallas activas, como lo son los valles de Caracas, Guarenas y La Victoria.

Las fuentes de amenazas geológicas así definidas son clasificadas, según su origen, en tres tipos:

- a) Naturales: originadas sin intervención humana en la región (sismicidad, deslizamientos, inundaciones)
- b) Inducidas: Agravadas por la actividad humana (inestabilidad de taludes, erosión de suelos, desertificación, degradación de cuencas)
- c) Antrópicas: Originadas por la actividad del hombre (contaminación, ruptura de presas, movimientos de tierra)

Esta zona está expuesta, como lo dijimos anteriomente, a un sin número de amenazas, entre las cuales cabe destacar las siguientes:

Sismos: La Región Capital debido a su cercanía al contacto de Placas Tectónicas del Caribe y Sur América, está interceptada por varios sistemas de falla, entre los cuales destaca el sistema de falla de San Sebastián como el de más peligro regional, seguido del de la Victoria; tambiÉn están otros secundarios como el de Macuto y el de Tacagua - El Ávila. Dichos sistemas constituyen una agrupación de fallas que van en sentido aproximado

Históricamente, a los sistemas de San Sebastián y de La Victoria se les atribuyen sismos destructores; no obstante, la historia tambiÉn arroja datos de daños en las poblaciones de la región por sismos que han ocurrido fuera de la influencia geográfica de los sistemas de falla antes mencionados.

Los efectos que se presentan a la hora de la ocurrencia de un sismo son: vibración, amplificación de la onda, espectros, aceleraciones e intensidades, todos los cuales producen licuefacción, deslizamientos, erosión, cambios de elevación topográficas y grandes olas (tsunamis).

Movimientos de masas: El origen de estos fenómenos geológicos de inestabilidad de laderas es gravitacional, relacionado o no con la actividad sísmica o de lluvia. Los mismos, agrupados como deslizamientos de tierra, desprendimientos de bloque de

obras en cuanto a su capacidad de resistir o no la erosión que puedan provocar las inundaciones, así como la calidad de los terrenos adyacentes a las obras, en cuanto al riesgo de derrumbes o deslizamientos de tierra que podrían provocar lluvias torrenciales o persistentes.

Aquellos que pertenecemos al club de la "cultura del riesgo", adoptamos una estructura muy particular de pensamiento, que está determinada por criterios muy precisos al momento de involucramos en un proyecto. A continuación les presentamos una experiencia en la cual nuestra compañía realizó una evaluación de amenaza geológica.

La evaluación se realizó en la ciudad de Valencia. Los propietarios tenían como objetivo realizar la construcción de una edificación. Por medio de una investigación histórico -documental y varias visitas a la zona en la cuales se obtuvo una información muy completa, se llegó a lo siguiente:

El caso se encontraba en una cuenca sedimentaria, en donde se sospechaba la existencia de un riesgo geológico relacionado con la presencia de la traza de una falla supuestamente activa (Falla de Las Trincheras), la cual despuÉs de un largo periodo de aparente inactividad, pudiera generar una ruptura superficial a causa de un futuro terremoto, deformando la estructura a nivel de fundaciones. Por ello se decidió realizar un análisis fotointerpretativo del área con la finalidad de ubicar la traza de la falla y su posible intersección con la parcela. Este análisis arrojó que no existía la posibilidad de intersección de esta falla con la parcela, lo cual garantizaba la no ocurrencia de deformaciones a nivel de fundaciones, debido a la ruptura superficial de la traza de la falla.

Por otro lado, el análisis desde un punto de vista global del sitio evidenció la presencia de otro riesgo geológico importante, relacionado con un fenómeno natural continuo que tenía que ver con el caudal del rio Cabriales y con la posición de la parcela, la cual estaba emplazada a nivel de anteproyecto en la segunda terraza de inundación de este río.

Se decidió entonces realizar un análisis de los sedimentos que conformaban estas planicies de inundación, llegando a la conclusión de que se trataba de sedimentos que, al momento de un sismo, poseen alta probabilidad de licuefacción. Por tales motivos, se decidió mover la construcción 500 metros hacía un sector con menos posibilidad de licuefacción y con ningún riesgo de inundación.

Casos como estos son verdaderas experiencias del valor que tienen las evaluaciones de amenazas geológicas, tanto para el cliente como para la comunidad en general.

Para lograr adquirir este tipo de pensamiento en donde el factor riesgo esté presente, es necesario no sólo tener la intención, sino tambiÉn tomar las medidas más estructurales y sistémicas a fin de que todos participemos de esta cultura.

Uno de los primeros pasos a dar en este sentido sería la adecuación de los pensum de estudios en distintas carreras, como arquitectura, ingeniería civil, geológica, etc., en donde el estudio de los distintos riesgos debe ser eje fundamental de formación. Por otra parte, se requeriría la obligatoriedad, por parte de los entes gubernamentales, en cuanto a la exigencia de estudios de riesgos geológicos entre los estudios preliminares de desarrollo urbano. Además de esto, sería de gran interés y provecho poder abrir espacios de discusión no sólo de riesgos geológicos, sino también de otros riesgos que puedan producir daños en nuestro entorno.

Todo esto hará que nuestros profesionales aprendan a vivir pensando en los riesgos, teniendo en cuenta que es imposible

oca, aludes torrenciales y coladas de barro, adquieren proporciones catastróficas con lluvias intensas, e interactúan con os grandes perfiles de roca descompuesta de la región, acciéndose presentes por medio de efectos de destrucción de aderas, aludes, avalanchas, represamiento del drenaje, erosión, ampliación de cauces, sedimentación, pérdidas de nutrientes y pocavación.

vivir sin ellos. De nuestra parte está el que podamos conocerlos, ubicarlos y preparamos para su eventual visita.

uis A. Acosta / Adolfo López genieros Geólogos. Proyectos Geolook C.A. Ingeniería Geológica Aplicada -mail: geolook@usa.net

Volver al Contenido



Capitulo 10. Evaluación del peligro de deslizamientos de tierra

A. Visión general de la cartografía del peligro de deslizamientos de fierra y el proceso de planificación para el desarrollo.

B. Deslizamientos de tierra, evaluación del peligro de deslizamientos de tierra, y áreas a ser consideradas

C. Cartografía de factores físicos y preparación de un maga del peligro de deslizamientos de tierra

Conclusión

Referencias

Apendice

RESUMEN

Este capítulo presenta (1) términos importantes, conceptos y consideraciones relacionadas con la susceptibilidad a deslizamientos de tierra; (2) una técnica - cartografía de zonificación de peligros- para el examen de tos riesgos de deslizamientos; y (3) los temas críticos que deben ser tratados al incorporar los peligros de deslizamientos al proceso de planificación para el desarrollo.

En 1974, uno de los deslizamientos de tierra más grandes en la historia ocurrió en el valle del río Mantaro en los Andes del Perú (Hutchinson and Kogan, 1975). Una laguna temporal fue formada cuando el deslizamiento represó el río Mantaro causando la inundación de granjas, tres puentes, y unos veinte kilómetros de carretera. Casi 500 personas en el pueblo de Mayunmarca y en sus alrededores perdieron la vida. Este desastre es un ejemplo del potencial destructivo de los deslizamientos de tierra y el por qué son considerados como peligros. Si bien no todos los deslizamientos producen catástrofes, los daños causados por muchos pequeños pueden ser igual a o exceder el impacto de un solo gran deslizamiento. Así, los deslizamientos tanto grandes como pequeños son capaces de causar daños significativos y pérdidas de vida.

El propósito del método que se describe en este capítulo es la evaluación del peligro relativo de deslizamientos de tierra. Su producto primario, un mapa de peligro de deslizamientos de tierra, proporciona a los planificadores un método práctico y costo-efectivo para zonificar áreas susceptibles a deslizamientos.

El método puede ser utilizado tanto por planificadores como por los técnicos especialistas en deslizamientos. El planificador logrará un conocimiento operativo de los conceptos y consideraciones para incorporar la evaluación del peligro de deslizamientos al proceso de planificación, usando un nivel adecuado de evaluación para cada etapa del proceso, y así podrá formular las preguntas apropiadas al técnico especialista y preparar los términos de referencia que aseguren que se ha de obtener la información necesaria. El técnico especialista encontrará una revisión de los temas sobre el peligro de deslizamientos y lineamientos para realizar la zonificación de deslizamientos. Como frecuentemente es el caso en el manejo de peligros naturales, los estudios de planificación son el vinculo entre la información científica y el proceso general de planificación para el desarrollo.

El método presentado, uno de varios que están disponibles, tiene las siguientes características:

- Se hace uso de diversos mapas temáticos e información de percepción remota, generalmente disponible para un estudio de desarrollo.
- Está diseñado para proporcionar información apropiada sobre el peligro de deslizamientos, para cada una de las etapas del proceso de planificación.
- Se utiliza la susceptibilidad relativa a deslizamientos, como medida del peligro potencial en el área.
- Es aplicable a regiones con diferentes características geomorfológicas y de vegetación.
- Generalmente puede ser utilizado dentro de las restricciones de tiempo y presupuesto de un estudio de planificación.

A. Visión general de la cartografía del peligro de deslizamientos de tierra y el proceso de planificación para el desarrollo

1. Determinación de riesgo aceptable

2. Cartografia del peligro de deslizamientos de tierra

3. La integración de mapas de zonificación da peligros de deslizamiento de tierra al proceso de planificación pura el desarrollo

La susceptibilidad de determinada área a los deslizamientos se puede determinar y describir en base a la zonificación del peligro. Se puede preparar un mapa del peligro de deslizamientos muy al inicio del estudio de planificación y desarrollado en mayor detalle a medida que avanza el estudio. Se puede usar como herramienta para identificar las áreas de terrenos mejor caracterizadas para el desarrollo, examinando el riesgo potencial de los deslizamientos. Aún más, una vez que se identifique la susceptibilidad a los deslizamientos, se pueden desarrollar proyectos de inversión que eviten, prevengan o mitiguen significativamente el peligro.

Para determinar la extensión del peligro de deslizamientos, se requiere identificar aquellas áreas que podrían ser afectadas por un deslizamiento dañino y evaluar las probabilidades de ocurrencia en un determinado período de tiempo. Sin embargo, en

general es dificil precisar un período de tiempo para la ocurrencia de un deslizamiento, aún bajo condiciones ideales. Como resultado, el peligro de deslizamiento frecuentemente se presenta como la susceptibilidad a deslizamientos (Brabb, 1985). De manera similar al concepto de áreas inundables (ver Capítulo 8), la susceptibilidad a deslizamientos sólo identifica las áreas potencialmente afectables y no implica un período de tiempo durante el cual podría ocurrir un deslizamiento. Para simplificar estos conceptos, en éste capítulo se hará referencia a la susceptibilidad a deslizamientos como peligro de deslizamientos. Comparando la ubicación de un área propuesta para el desarrollo con el respectivo grado de peligro de deslizamientos, el planificador puede estimar los riesgos de los deslizamientos. Esto es útil para definir la capacidad del uso de la tierra e identificar medidas apropiadas de mitigación.

DEFINICIONES

- Peligro de deslizamientos de tierra: representado por la susceptibilidad, que es la probabilidad de la ocurrencia de un deslizamiento de tierra potencialmente dañino en una determinada área.
- Vulnerabilidad: es el nivel de poblaciones, propiedades, actividades económicas, incluyendo los servicios públicos, etc., en desgo en determinada área como resultado de la ocurrencia de un deslizamiento de tierra de determinado tipo.
- Riesgo (específico): el monto de las pérdidas esperadas por causa de un fenómeno particular de deslizamiento.

Se puede generar un mapa del peligro de deslizamientos de tierra que identifica áreas con diferente potencial para los deslizamientos. La necesidad de información sobre peligros de deslizamientos puede variar de acuerdo con el uso futuro de las tierras. El grado del peligro de deslizamiento presente es considerado relativo ya que se refiere a la expectativa de ocurrencia de futuros deslizamientos de tierra, en base a las condiciones de esa área particular. Otra área podría parecer similar pero, en realidad, puede tener diferente grado de peligro de deslizamiento debido a pequeñas diferencias en la combinación de las condiciones para los deslizamientos. Es así que la susceptibilidad a deslizamientos es relativa a las condiciones de cada área específica, y no se puede suponer que la susceptibilidad sea idéntica a la de una área que sólo parece ser igual.

Aún con una investigación detallada y monitoreo, es extremadamente difícil pronosticar el peligro de deslizamientos de tierra en términos absolutos. Sin embargo, existe suficiente conocimiento de los procesos de los deslizamientos de tierra, como para poder estimar el potencial del peligro de deslizamientos. El planificador puede utilizar esta estimación para tomar ciertas decisiones con respecto a cuan adecuado es determinado lugar, el tipo de desarrollo, y las medidas apropiadas de mitigación. De esta manera, el planificador podrá determinar el riesgo aceptable.

1. Determinación de riesgo aceptable

La decisión sobre la necesidad de información sobre el peligro de deslizamientos es el primer paso para asegurar que el peligro de deslizamientos no exceda un grado aceptable para la planificación del uso futuro del terreno. El objetivo de la información sobre deslizamientos es identificar las áreas relativamente susceptibles a deslizamientos y determinar qué tipos de actividades de desarrollo son las más adecuadas. Por ejemplo, la evaluación del peligro de deslizamientos tendría baja prioridad en las áreas de planificación designadas para parques nacionales o reservas de fauna o para la caza. En cambio, los deslizamientos pueden ser factor importante para el desarrollo de áreas de bosques recientemente talados o para la construcción de infraestructura en montañas o terrenos escarpados. Claramente, la cantidad de información que se necesita sobre deslizamientos depende del nivel y tipo de desarrollo que se anticipa en una área. No entender los efectos potenciales que los deslizamientos pueden tener sobre un proyecto, o cómo el proyecto podría afectar el potencial de deslizamientos, conduce a mayor riesgo.

Los cambios naturales así como aquellos inducidos por el hombre pueden afectar la susceptibilidad a deslizamientos y se deben comprender al evaluar el potencial de deslizamientos de una área. Es crítico para un planificador apreciar estos aspectos al inicio del proceso de planificación. Eventualmente se toma la decisión sobre el grado de riesgo que es aceptable o no aceptable para un proyecto. En este punto son diseñadas las estrategias de mitigación para reducir el riesgo. Estos conceptos son discutidos con mayor detalle en este capítulo.

Se recomienda consultar a técnicos especialistas en deslizamientos, lo más temprano posible, para que ellos puedan evaluar el riesgo de las actividades propuestas en una área con peligro de deslizamientos. Si bien no se espera que el planificador sea un técnico experto en la materia, debe saber qué preguntas formular al especialista en deslizamientos. Con las preguntas correctas, el planificador podrá identificar y evaluar medidas para minimizar o evitar la vulnerabilidad a los deslizamientos de tierra.

2. Cartografia del peligro de deslizamientos de tierra

La interpretación de la ocurrencia de futuros deslizamientos requiere el conocimiento de las condiciones y procesos que controlan los deslizamientos en el área de estudio. Tres factores físicos - la historia, la calidad de las pendientes y la roca firme son el mínimo de componentes necesarios para evaluar el peligro de deslizamientos. También es necesario añadir el factor hidrológico para reconocer el importante rol que las aguas subterráneas tienen frecuentemente en la ocurrencia de deslizamientos. Señales de este factor se obtienen de manera indirecta observando la vegetación, la orientación de las pendientes o las zonas de precipitación. Todos estos factores se pueden graficar; sus combinaciones específicas están asociadas con diferentes grados del peligro de deslizamiento. La identificación de la extensión de estas combinaciones en el área que se está evaluando da como resultado un mapa del peligro de deslizamiento. La técnica empleada para preparar estos mapas es conocida como Análisis Combinado de Factores y está descrita en detalle en la Sección C de este capítulo.

3. La integración de mapas de zonificación de peligros de deslizamiento de tierra al proceso de planificación para el desarrollo

La información sobre el peligro de deslizamiento es útil como uno de los muchos componentes del estudio de planificación para el desarrollo integrado. Dado que los deslizamientos pueden afectar adversamente a la actividad humana, o interferir con ella, el peligro de deslizamiento restringe o limita la capacidad de uso de tierras. Por esta razón es importante identificar los grados relativos de este peligro muy al comienzo del proceso de planificación. Esto permite a los planificadores determinar el grado de riesgo de deslizamiento que es aceptable o no para un programa de desarrollo. Así, se puede decidir sobre cuales medidas tomar: evitar, prevenir, o mitigar el peligro de deslizamiento actual y futuro en el programa de desarrollo. El método que se describe en este capítulo hace hincapié en la identificación del peligro de deslizamiento y su uso en un estudio de planificación integrada, a medida que se evalúa los recursos naturales, se formula una estrategia de desarrollo y se identifica los proyectos de inversión a nivel de perfil.

a. Misión Preliminar

Durante la misión preliminar de un estudio de planificación para el desarrollo integrado, se hace una revisión inicial del tipo y

contenido de la información disponible, incluyendo información sobre peligros naturales (ver Apéndice A). Se verifica la disponibilidad de mapas geológicos, topográficos, hidrológicos y de vegetación, y de fotografías aéreas. Esta información es esencial para la zonificación del peligro de deslizamientos (ver Figura 10-1). Durante esta etapa del estudio, también se debe recolectar y revisar la información disponible sobre las evaluaciones de peligros naturales, incluyendo los deslizamientos, y los desastres que se conoce han afectado el área del estudio. Ver el Capítulo 1 para una discusión más detallada del proceso de planificación para el desarrollo integrado.

b. Fase I - Diagnóstico del desarrollo.

En el contexto de la planificación para el desarrollo de una cuenca fluvial, provincia u otra unidad de planificación, el diagnóstico del desarrollo ayuda a identificar áreas con el más alto potencial de desarrollo. Estas áreas son determinadas como "áreas objetivo", en las cuales se concentran los estudios más detallados subsiguientes. Parte del proceso de diagnóstico del desarrollo comprende identificar y delinear los factores de recursos naturales que favorecen o limitan el desarrollo de un área en particular. El peligro de deslizamiento es un factor indeseable y cuanto mayor sea el peligro más podrá influir sobre el potencial de desarrollo.

MISION PRELIMINAR (DISEÑO DEL ESTUDIO) PREGUNTAS QUE DEBEN FORMULAR LOS PLANIFICADORES:

- ¿Se dispone de mapas geológicos, topográficos, hidrológicos y de vegetación? ¿A qué escala?
- ¿Se dispone de fotografías aéreas? ¿A qué escala?
- ¿Tiene el área de estudio una historia de deslizamientos y/o de desastres causados por deslizamientos?
- ¿Existe información disponible sobre evaluaciones del peligro de deslizamientos?

DECISIONES IMPORTANTES A SER TOMADAS EN ESTA ETAPA:

- ¿Es probable que los deslizamientos afecten porciones grandes o significativas del área de estudio?
- ¿Tendrá acceso el estudio a información sobre evaluaciones del peligro de deslizamientos que no sean las que el estudio mismo ha de producir?

FIGURA 10-1: ESTUDIO DE PLANEAMIENTO DEL DESARROLLO Y ACTIVIDADES DE EVALUACION DE PELIGROS DE DESLIZAMIENTOS DE TIERRA

FASE I: DIAGNOSTICO DEL DESARROLLO (ESTRATEGIA E IDENTIFICACION DE PROYECTOS)

PREGUNTAS QUE DEBEN FORMULAR LOS PLANIFICADORES:

- ¿Se dispone de suficiente información para preparar un mapa de inventario de deslizamientos, un mapa lsopleta de deslizamientos existentes, y/o un mapa del peligro de deslizamientos en base al análisis de factores?
- ¿Cómo se llevará a cabo la evaluación? ¿Durante qué período de tiempo?
- ¿Cómo se integrará la información de evaluaciones al estudio de estrategias de desarrollo y a las actividades de identificación de proyectos en su conjunto?

DECISIONES IMPORTANTES A SER TOMADAS EN ESTA ETAPA:

- ¿Se necesita un mapa del peligro de deslizamientos?
- ¿A qué escala se debe preparar ese mapa?
- ¿Quién hará la evaluación?
- ¿Quién será responsable de incorporar la información de evaluación en las actividades del estudio en su conjunto?

Cuando un peligro potencial está presente en el área de estudio, el primer paso es realizar un breve análisis para establecer si han ocurrido deslizamientos en épocas recientes. Las carreteras, ferrocarriles y las orillas de los ríos son buenos lugares para buscar huellas de anteriores deslizamientos. La conversación con autoridades locales responsables de obras públicas y de actividades de silvicultura y agricultura, puede ser una valiosa fuente de información ya que estas personas probablemente están familiarizadas con los deslizamientos del pasado en una determinada área. Sin embargo, es importante tener presente que las nuevas actividades de desarrollo pueden aumentar el peligro de deslizamientos, y la ausencia de evidencia de anteriores deslizamientos no garantiza que los deslizamientos no serán un problema en el futuro.

La extensión del área y la variedad de actividades de desarrollo que se consideran, hace que la determinación de la susceptibilidad a deslizamientos en base a todos los deslizamientos existentes sea un método apropiado, cualquiera que fuere el tipo de deslizamiento en cada caso (DeGraff, 1982). Un simple inventario de anteriores deslizamientos, junto con datos sobre la roca firme, calidad de pendientes y el factor hidrológico si estuviera disponible, produce un mapa del peligro de deslizamiento que ha de satisfacer las necesidades del diagnóstico del desarrollo (ver Figura 10-1). Las escalas adecuadas para mapas del peligro de deslizamiento van desde 1:250.000 a 1:50.000. (Ver Figura 10-2 para una descripción de las necesidades de identificación de peligros y las escalas adecuadas para los mapas en las diferentes etapas de planificación).

Un problema frecuentemente enfrentado en el nivel del diagnóstico de desarrollo, es encontrarse con datos limitados o insuficientes para preparar el análisis combinado de factores. Cuando se da esta situación, se tienen dos opciones: (1) invertir el dinero y los recursos humanos que fueran necesarios a fin de obtener datos para producir un mapa del peligro de deslizamientos, o (2) preparar un mapa isopleta de deslizamientos existentes (se describe en la Sección C de este capítulo). El mapa isopleta muestra las áreas de ocurrencia de deslizamientos frecuentes o no frecuentes. Si bien este tipo de mapa da una idea sobre dónde los deslizamientos pueden tener una influencia importante sobre el desarrollo, sólo es una aproximación para determinar donde se podrá encontrar un problema durante el desarrollo. Los mapas isopletas son una opción aceptable en esta etapa del desarrollo, pero son totalmente inadecuados para un uso más detallado en las etapas de planificación.

El grado del peligro de deslizamientos en una área es un factor limitante sólo para aquellas actividades que pueden alterar el balance existente entre las fuerzas que producen el desplazamiento del terreno y aquellas que lo resisten en una pendiente que

no ha fallado. Los planificadores deben entender los efectos que puedan tener las actividades de desarrollo sobre este balance de fuerzas. Por ejemplo, colocar un cerco alrededor de un campo no ha de producir un deslizamiento ni ha de evitarlo. La eliminación de la cobertura forestal para crear un campo para cultivo de sembrios, puede propiciar un deslizamiento porque altera el balance de fuerzas y puede aumentar la susceptibilidad a una falla de la pendiente por algún evento "gatillo", como una prolongada precipitación que no habría producido deslizamiento en las condiciones originales. Desde luego, puede blen ocurrir que esta mayor susceptibilidad no sea aparente de manera inmediata.

Figura 10-2
CONSIDERACIONES DEL PELIGRO DE DESLIZAMIENTO DE TIERRA EN LAS DIFERENTES ETAPAS DE PLANIFICACION

Etapa de Planificación	La necesidad de identificar los peligros	Nivel de inventario de deslizamientos	Escalas adecuadas para mapas de peligro
Misión Preliminar	Identificar aspectos de los peligros	Como fuera disponible	Como fuera disponible
Fase I Diagnóstico del desarrollo	Grado de peligros de todo tipo de deslizamiento	Simple	1:250.000 a 1:62.500
Fase II Plan de acción y formulación de proyecto	Grado de peligro de todo tipo de deslizamiento complementado por el peligro de algunos tipos específicos	Intermedio	1:62.500 a 1:10.000
Implementación de proyectos	Peligro específico en base a modelos geotécnicos	Detallado	1:12.500 a 1:500

La zonificación del peligro de deslizamiento se puede representar como un factor individual, que limita la capacidad de la tierra o puede ser combinado con la zonificación de peligro, como uno adicional, agregado a otros peligros naturales. Existen por lo menos 10 diferentes métodos usados para generar mapas de capacidad de tierras (Hopkins, 1977). El capítulo 3 discute la capacidad de tierras con más detalle. La evaluación del peligro de deslizamiento presentada en este capítulo conlleva la producción de un mapa. Por lo tanto, puede ser considerado en la aplicación de métodos para la capacidad del uso de la tierra.

Hay dos aplicaciones principales de la evaluación del peligro de deslizamiento a la capacidad del uso de la tierra, que incluyen estudios relativos. Primero, en la planificación en conjunto del desarrollo para dar énfasis a la naturaleza subjetiva de asignar una capacidad de uso de la tierra. Por ejemplo, en la etapa de diagnóstico del desarrollo, la clasificación relativa de "más alta" capacidad puede ser evaluada en relación con las restricciones que representa el posible mayor peligro de deslizamiento para las actividades de desarrollo propuestas. Segundo, se puede mostrar dónde el desarrollo existente puede tropezar con algún riesgo previamente no identificado. Esto permite la priorización de actividades de mitigación a ser asignadas a diferentes actividades del desarrollo.

c. Fase II - Estrategia de desarrollo y formulación de proyectos

Se define un plan de acción con el propósito de facilitar el desarrollo de áreas objetivo identificadas en la Fase I. Los proyectos de desarrollo considerados para el área objetivo son formulados en esta etapa. También en este momento, se afina la evaluación del peligro de deslizamiento en el área de estudio. La evaluación general del peligro de deslizamiento debe ser complementada con un inventario intermedio para mostrar el grado del peligro de tipos específicos de deslizamientos que pueden Impactar las actividades de desarrollo propuestas. Por ejemplo, la introducción de actividades agrícolas de envergadura en un ambiente forestal, requiere mayor conocimiento del peligro de deslizamiento superficial que de deslizamiento sobre rocas profundas.

Debe seleccionarse medidas de mitigación en las áreas de desarrollo que presentan peligro de deslizamiento, si ellas no son ya parte de la Información de Identificación de proyectos. Es posible reducir el impacto probable de actividades naturales de deslizamientos y restringir los deslizamientos que ocurren como resultado de la actividad humana (Kockelman, 1985). Se cuenta con dos opciones básicas: primero, evitar las áreas susceptibles a deslizamiento y, segundo, diseñar medidas para compensar las acciones que inducen deslizamientos (ver el recuadro a continuación). Por ejemplo, la toma de decisiones sobre ubicación, a fin de colocar construcciones tales como viviendas e infraestructura crítica fuera de las áreas con alta probabilidad de ocurrencia natural de deslizamientos. En algunos casos, los efectos potenciales de un deslizamiento pueden ser mitigados. Se puede reducir el peligro de deslizamiento, como resultado del desarrollo, diseñando cambios para contrarrestar el impacto que el desarrollo puede tener sobre la integridad de la pendiente. Una forma será permitir que sólo se construyan almacenes o depósitos en las áreas de mayor peligro, para reducirla vulnerabilidad de la población ante un posible deslizamiento.

ACCIONES DESENCADENANTES DE DESLIZAMIENTOS, METODOS DE MITIGACION, Y VARIABLES DEL DESARROLLO

- Acciones desencadenantes de deslizamientos:

De otros peligros:

Terremotos

Inundaciones

Incendios (como resultado de pérdida de vegetación) Volcanes

voicanes

Las relacionadas con el desarrollo:

Cambios en la cobertura de vegetación

Presas de tierra

Excavación y minería

Imigación

Infraestructura y construcción de estructuras

Disposición de líquidos (sanitarios, alcantarillados, letrinas, etc.)

Apilamientos

Depósitos de suelos

- Métodos de mitigación

Evitar

Seguros e impuestos

Zonificación de uso de tierras

Estabilización

Diseño estructural

- Variables del desarrollo

Información disponible
Aspectos económicos, sociales y políticos
Desarrollo existente
Desarrollo propuesto

En la formulación de proyectos de inversión se necesita un mapa de zonificación de peligros más detallado. Se necesita un inventario intermedio de deslizamientos que proporcione mayores detalles para poder distinguir entre los diferentes tipos de deslizamientos. Estos datos se pueden usar para un nuevo análisis del análisis combinado de factores, que produce un mejor mapa de peligro de deslizamiento. Si el factor hidrológico no fuera parte del anterior análisis de peligro de deslizamiento, su inclusión en esta etapa mejorará enormemente el mapa de peligro resultante.

En esta etapa, el valor de un mapa del peligro de deslizamiento para los planificadores, puede ser realizado presentando áreas donde predominan ciertos tipos de deslizamientos. Esto se logra con un mapa isopleta como se mencionó en la Fase 1. La preparación, sin embargo, debe ser modificada para satisfacer las necesidades específicas de esta etapa de planificación. Se describe en detalle la modificación del mapa isopleta en la Sección C: "Compensación por la insuficiencia de datos: el Mapa Isopleta". El mapa producido presenta la intensidad de ocurrencia de anteriores deslizamientos en una forma que se asemeja a un mapa topográfico. Las líneas isopletas son similares a las curvas de nivel que indican elevaciones. El mapa isopleta final es usado como transparencia sobre el mapa del peligro de deslizamiento.

Se debe tomar nota que un mapa isopleta no cambia las zonas básicas de peligro que fueron determinadas previamente. Todavía es un mapa analítico que, en este caso, muestra el predominio variable de un tipo específico de deslizamiento en una determinada área. Proporciona un criterio adicional para que el planificador decida cual área puede ser la mejor o más adecuada para determinadas actividades de desarrollo. Esto es especialmente útil en la evaluación de zonas de peligros moderados.

FASE II: FORMULACION DE PROYECTOS Y DEFINICION DEL PLAN DE ACCION

PREGUNTAS QUE DEBEN FORMULAR LOS PLANIFICADORES:

- ¿Se proporciona información suficiente en el análisis inicial combinado dé factores para el mapa del peligro de deslizamiento, como para proceder con la formulación de proyectos de inversión?
- ¿Si no se ha incluido ya, hay algún factor hidrológico que deberla ser afiadido para mayor detalle sobre las zonas de peligro?
- ¿Se deberá añadir una transparencia isopleta al mapa de zonificación de peligros?
- ¿Hay ciertos usos de tierras propuestos, para tos cuales las recomendaciones de mitigaciones se debe incluir en la formulación de proyectos de inversión?

DECISIONES IMPORTANTES A SER TOMADAS EN ESTA ETAPA:

- ¿Quién ejecutará la evaluación intermedia del peligro de deslizamiento?
- ¿Qué áreas deberán incluirse en la evaluación adicional?
- ¿Quién será responsable de incorporar información adicional en las actividades de formulación de proyectos de inversión?

Cuando el uso de tierras propuesto es reconocido como susceptible a un cierto tipo de deslizamiento, la actividad debe ser ubicada en una zona de poco o moderado peligro, con la menor frecuencia de ocurrencias, es decir, con un menor valor isopleta para este tipo de deslizamiento. El mapa mejorado del peligro de deslizamiento, y la transparencia de la isopleta, requerirán la preparación de un inventario intermedio de deslizamientos en este nivel de la planificación. El mapa de peligro de deslizamiento, adecuado para formular proyectos de desarrollo, debe ser a escala de 1:62.500 a 1:12.500 (ver Figura 10.2).

d. Implementación de proyectos

El mapa de peligro de deslizamiento puede contribuir a la planificación de la implementación de un proyecto. Hay dos situaciones en las que este mapa puede resultar ser beneficioso, ambas relacionadas con la mitigación de los efectos potenciales de los deslizamientos. En un caso, si las áreas identificadas con peligro moderado de deslizamientos también son identificadas para el desarrollo, se necesitarán mayores detalles sobre ellas para asegurar que el diseño del proyecto compensa el mayor potencial del peligro. Por ejemplo, las áreas con peligro moderado o mayor, pueden no ser totalmente evitables cuando se trata de una carretera propuesta. La investigación detallada puede proporcionar información sobre las condiciones de aguas subterráneas, así como de las características de estabilidad del suelo y la roca para lograr un diseño estable (Morgenstern y Sangrey, 1978).

En otro caso, la infraestructura existente, o las comunidades, pueden estar ubicadas en zonas no identificadas previamente como de alto peligro. A estas áreas se les debe dar prioridad para introducir algunas medidas de mitigación. Por ejemplo, el efecto de deslizamiento que invade una zona habitada y que baja por las quebradas de las montañas, podría ser mitigado construyendo cuencas de derrubio para atrapar la mayor parte del material. Cuando tal mitigación no es posible y se identifica el riesgo como extremadamente alto, se puede considerar la reubicación hacia áreas más seguras.

En esta etapa de diseño del proyecto, es necesario un mapa detallado de peligros para un lugar específico. La preparación de un inventario detallado de deslizamientos también es ahora necesario. Los rasgos a gran escala que se presentan en los deslizamientos cartografiados en este inventario detallado, son valiosos para la perforación exploratoria de un lugar y para otras actividades de muestreo en los trabajos de diseño de ingeniería. Los inventarios detallados de los deslizamientos y la respectiva interpretación de los resultados de las pruebas requieren mapas a escalas de 1:12.500 a 1:500 (ver Figura 10-2).

La siguiente sección ofrece una discusión detallada de los tipos y la naturaleza de los deslizamientos, la base para la evaluación del peligro de deslizamiento, y los factores asociados con la actividad de deslizamientos.

B. Deslizamientos de tierra, evaluación del peligro de deslizamientos de tierra, y áreas a ser consideradas

^{1.} Deslizamientos de tierra y susceptibilidad a los deslizamientos

^{2.} Evaluación del peligro de deslizamiento de tierra

1. Deslizamientos de tierra y susceptibilidad a los deslizamientos

Los deslizamientos son causados cuando la fuerza de la gravedad moviliza la roca, el derrubio o los suelos por la pendiente. Son una de las formas de erosión que se llama desgaste de masas y que es definido, de manera general, como la erosión que involucra como agente causante del movimiento a la gravedad. Dado que la gravedad actúa permanentemente sobre una pendiente, los deslizamientos sólo ocurren cuando la fuerza de la gravedad excede la resistencia del material. Esto es distinto a algunas otras formas de erosión como las causadas por una corriente de agua, cuando cae una precipitación sobre una pendiente o el canal de un río. La Figura 10-3 presenta una lista y un diagrama con la terminología usada más frecuentemente para describir a los deslizamientos.

IMPLEMENTACION DEL PROYECTO PREGUNTAS QUE DEBEN FORMULAR LOS PLANIFICADORES:

- ¿Qué tipo de problemas de deslizamientos existen?
- ¿Qué condiciones específicas del lugar deben ser conocidas para el diseño final de un proyecto de inversión con una vulnerabilidad a los deslizamientos de tierra?

DECISIONES IMPORTANTES A SER TOMADAS EN ESTA ETAPA:

- ¿Quién ejecutará la evaluación detallada del peligro de deslizamiento?
- ¿Qué medidas de mitigación deben ser consideradas para reducir el riesgo a nivel aceptable?
- ¿Quién será responsable de incorporar la información adicional en las actividades de implementación del proyecto?

El movimiento de los deslizamientos es perceptible y puede tomar la forma de caídas, realces, deslizamientos, o flujos. Puede consistir en material de libre caída de los acantilados, o en masas fragmentadas o íntegras que se deslizan por los cerros y montañas, o en flujos fluidos. Los materiales pueden trasladarse a velocidades hasta de 200 kilómetros por hora o más y los deslizamientos pueden durar unos pocos segundos o mínutos, o pueden ser movimientos graduales más lentos durante varias horas o aún días. En consecuencia, los deslizamientos son reconocidos en función del tipo de su movimiento.

El esquema de clasificación que se usa más generalmente divide a los deslizamientos en diferentes tipos de acuerdo con el material que es trasladado y al tipo de movimiento (Varnes, 1978). La velocidad del movimiento y la cantidad de agua mezclada con el material son parámetros secundarios que definen algunos tipos de deslizamientos. Reconocer el tipo de deslizamiento presente en determinada área, ayuda a explicar cómo y dónde han contribuido los factores a la inestabilidad de la pendiente natural en el pasado.

Los factores que influyen donde han de ocurrir los deslizamientos se pueden dividir en dos tipos: permanentes y variables (Sharpe, 1938). Los factores permanentes son las características de un terreno que permanecen sin cambio, o que varían muy poco desde el punto de vista de la perspectiva humana. La calidad de pendiente o el tipo de roca, por ejemplo, presentan cambios sólo después de períodos de tiempo muy largos. Los factores permanentes tales como tipo de roca y calidad de pendiente se pueden reconocer e identificar para algunos deslizamientos específicos mucho después de su ocurrencia (DeGraff, 1978). Del examen de deslizamientos existentes en un área, es posible reconocer los factores permanentes que contribuyeron a la falla de pendientes. La identificación de las condiciones y los procesos que propiciaron la inestabilidad, hace posible considerar esos mismos factores para estimar deslizamientos futuros (Vames, 1985).

Los factores variables son las características del terreno que cambian rápidamente como resultado de algún evento gatillo. Son ejemplos de factores variables la vibración del suelo debido a los terremotos, una rápida elevación de nivel de aguas subterráneas y mayor cantidad de humedad en el suelo debido a Intensas precipitaciones. Frecuentemente, para evaluar estos factores, es necesario estar presente en el momento que ocurre un deslizamiento, o poco después. Los factores permanentes son los que permiten estimar el peligro de deslizamiento si faltan datos históricos suficientes sobre la relación de los deslizamientos con los terremotos, tormentas o demás factores que los Inician. En consecuencia, la identificación de áreas de deslizamientos no es una ciencia exacta y conduce, en general, a describir las áreas propensas al peligro en base a estimaciones. En el mejor de los casos, las áreas de deslizamientos o susceptibles a deslizamientos, se pueden identificar junto con los eventos desencadenantes esperados. En el peor de los casos algunas áreas pueden ser no detectadas del todo.

Figura 10-3: DEFINICION DE TERMINOS BASICOS DE DESLIZAMIENTOS DE TIERRA

NOMENCLATURA

Escarpa principal: Una superficie de fuerte pendiente sobre terreno no perturbado alrededor de la periferie del deslizamiento, causado por movimiento de material de deslizamiento fuera del terreno no perturbado. La proyección de la superficie de escarpa debajo del material desplazado viene a ser la superficie de la ruptura.

Escarpa secundaria: Una superficie de pendiente fuerte sobre el material desplazado producida por movimientos diferenciales al interior de la masa deslizante.

Cabeza: La parte superior del material de deslizamiento a lo largo del contacto entre el material desplazado y la escarpa principal.

Cima: El punto más alto de contacto entre el material desplazado y la escarpa principal.

Pie de la superficie de ruptura: La intersección (a veces enterrada) entre la parte inferior de la superficie de ruptura y la superficie original del terreno.

Punta del pie: El margen de material desplazado más lejano de la escarpa principal.

Puntera: El punto más lejano de la margen desde la cima del deslizamiento.

Pie: La porción del material desplazado que queda pendiente abajo del margen de la superficie de ruptura.

Cuerpo principal: Aquella parte del material desplazado suprayacente a la superficie de ruptura entre la escarpa principal y el

pie y la base de la superficie de ruptura.

Flanco: El costado de un deslizamiento de tierras.

Corona: El material que aún permanece en su lugar, prácticamente no desplazado y adyacente a las partes más altas de la escarpa principal.

Superficie original del terreno: La pendiente que existía antes que ocurra el movimiento que se está considerando. Si ésta es la superficie de un deslizamiento anterior, el hecho debe ser anotado.

Izquierda y derecha: Las direcciones con una brújula son preferibles para describir las pendientes pero si se usa "derecha o izquierda" se refiere al deslizamiento visto desde la corona.

Superficie de separación: Es la superficie que separa el material desplazado del material estable pero no se reconoce que hubiera sido una superficie que falló.

Material desplazado: El material que se ha desplazado de su posición original sobre la pendiente. Puede estar en estado deforme o no deforme

Zona de agotamiento: El área dentro de la cual el material desplazado queda debajo de la superficie original del terreno.

Zona de acumulación: El área dentro de la cual el material desplazado queda encima de la superficie original del terreno.

Fuente: Adaptado de Varnes, D. "Slope Movement and Processes" en Landslides: Analysis and Control, Special Report 176, Chapter 2 (Washington, D.C.: National Academy of Sciences, 1978).

TIPOS DE DESLIZAMIENTOS

- Caídas: Una masa que se desprende de una pendiente fuerte o de un acantilado y desciende por caída libre, a saltos o irodando.
- Realces: Una masa se da vuelta o rota hacia adelante como una unidad.
- Deslizamientos: Una masa se desplaza sobre una o más superficies reconocibles, que pueden ser curvas o planas.
- Flujos: Una masa se desplaza pendiente abajo con un movimiento fluido. Una cantidad significativa de agua puede o no ser parte de la masa.

2. Evaluación del peligro de deslizamiento de tierra

Usualmente los deslizamientos no están sujetos a una evaluación del peligro pues no hay una base para determinar la probabilidad de su ocurrencia en determinado período de tiempo. La evaluación de peligro es posible y se puede hacer en vez de la evaluación del riesgo. Las evaluaciones de peligro son estimaciones de la susceptibilidad de una área a los deslizamientos en base a unos pocos factores importantes. Cada uno de estos factores se puede cartografiar y permiten que diferentes áreas sean evaluadas respecto a su relativa susceptibilidad a deslizamientos.

Tres principios orientan la evaluación del peligro de deslizamiento. Primero, los deslizamientos futuros probablemente ocurrirán bajo las mismas condiciones geomórficas, geológicas y topográficas en que se han producido en el pasado y en la actualidad. Segundo, las condiciones y procesos subyacentes que causan los deslizamientos son comprendidos. Tercero, la importancia relativa de las condiciones y procesos que contribuyen a la ocurrencia de los deslizamientos puede ser determinada y se puede asignar a cada cual alguna medida que refleje su contribución (Varnes, 1985). El número de condiciones presentes en un área puede ser tratado como un conjunto de factores para establecer el grado de peligro potencial presente.

El peligro de deslizamiento ha sido determinado con un alto grado de confiabilidad sólo para unos pocos lugares. Estos han requerido de estudios cuidadosos y detallados sobre la interacción de condiciones pertinentes, permanentes y variables, en el área objetivo. Esto puede ser un proceso muy costoso y que requiera mucho tiempo, que no sería justificado para los propósitos de la planificación para el desarrollo a gran escala. La zonificación del peligro de deslizamiento es una técnica que se puede usar en las primeras etapas de un estudio de planificación.

La mayoría de los procedimientos de evaluación para la zonificación del peligro de deslizamiento, emplean unos pocos factores físicos importantes o significativos para estimar el peligro relativo. El método aquí descrito requiere un mínimo de tres factores que ya fueron mencionados: la distribución de deslizamientos anteriores, el tipo de roca firme, y la calidad de la pendiente, y se puede añadir un cuarto, el factor hidrológico, para reflejar el importante rol que frecuentemente tienen las aguas subterráneas en la ocurrencia de deslizamientos (Varnes, 1985, y USGS, 1982).

Cada factor está representado de manera cuantitiva o semi-cuantitativa para facilitar la identificación de diferentes grados de peligro de deslizamiento en un área. Dado que todos estos son características permanentes, usualmente es posible cartografiar cada factor. Las combinaciones específicas de estos factores pueden ser asociadas con diferentes grados de peligro de deslizamiento. Ampliando estas combinaciones a toda el área, se produce un mapa de peligro de deslizamiento.

3. Factores asociados con la actividad de deslizamientos de tierra

La distribución de deslizamientos anteriores dentro del área, el tipo de roca firme y la calidad de la pendiente representan, respectivamente, los factores geomórficos, geológicos y topográficos (Varnes, 1985, y USG, 1982). Cada uno de estos factores se describe en mayor detalle más adelante, para dar al planificador un mayor conocimiento de su contribución a los deslizamientos. La sección final, "C. Cartografía de factores físicos y preparación de un mapa de peligro de deslizamiento", proporciona información sobre la cartografía.

a. Deslizamientos del pasado y su distribución

A fin de interpretar la probabilidad de futuros deslizamientos se requiere comprender las condiciones y procesos que controlaron los deslizamientos anteriores en el área de interés. Esto se puede lograr examinando y cartografiando los anteriores deslizamientos. Las circunstancias geológicas, topográficas, e hidrológicas asociadas con anteriores deslizamientos indican cuales circunstancias naturales, o artificialmente creadas, son las más probables a producir deslizamientos en el futuro.

Una consideración primaria del planificador es el efecto del uso actual de tierras sobre los deslizamientos. Ciertos tipos de deslizamientos pueden estar asociados con ciertos usos de tierra. Por ejemplo, ciertos deslizamientos sólo pueden ocurrir en cortes de carreteras o excavaciones. Podría haber una relación crítica de altura con inclinación de taludes, inferior a la cual no ocurrirán deslizamientos. Los estudios de campo pueden dar luces sobre los diferentes factores que han contribuido a las fallas. En algunas investigaciones se han empleado formatos especiales para asegurar la recolección consistente de información complementaria (ver Figura 10-4). Un resumen de las observaciones sobre condiciones de deslizamientos y procesos está incorporado en cada inventario de deslizamientos, p.e., en Pomeroy (1979), y cartografiado.

A FIN DE LLEVAR A CABO LA PLANIFICACION PARA EL DESARROLLO EN AREAS EXPUESTAS A DESLIZAMIENTOS, UN PLANIFICADOR NECESITA SABER:

- La distribución de deslizamientos en e) pasado
- Tipos de roca firme
- Que tan fuerte son las pendientes
- Las medidas indirectas disponibles de las características hidrológicas del área
- Los efectos que las actividades de desarrollo pueden tener sobre la susceptibitidad a deslizamientos de tierra.

b. Roca firme

La roca firme tiene influencia sobre la ocurrencia de deslizamientos de varias maneras. Una roca débil, incompetente, probablemente ha de fallar más que roca fuerte y competente. (Ver Figura 10-5 para un ejemplo). En pendientes donde queda expuesta roca débil cubierta por roca fuerte, la diferencia de resistencia también aumenta el potencial de deslizamiento de la roca más fuerte, dado que la roca débil tiende a erosionar y socavar la roca más fuerte.

La resistencia de una masa rocosa depende del tipo de roca y de la presencia y naturaleza de discontinuidades tales como uniones u otras fracturas. Cuanto más discontinuidades se encuentren en la roca firme, mayor será la probabilidad de inestabilidad de la roca. El tipo de roca puede ejercer control sobre deslizamientos por su influencia sobre la resistencia del material de superficie en el área. Por ejemplo, los suelos (en términos de ingenierla, no de la agricultura) derivados de esquistos o pizarras, contendrán mayores porcentajes de arcilla. Estos suelos tendrán características de resistencia diferentes a los suelos de granos gruesos tales como aquellos derivados de roca granítica. Hay muchas formas, entonces, según las cuales el tipo de roca o su estructura contribuyen a la inestabilidad, lo cual puede ser presentado en un mapa.

c. Calidad de pendientes o inclinación

La influencia de la calidad de pendiente sobre la ocurrencia de deslizamientos es el factor más fácil de comprender. Generalmente, las pendientes más pronunciadas tienen mayor probabilidad de deslizamientos (ver Figura 10-6). Esto no impide que ocurran deslizamientos en pendientes suaves. Otros factores pueden contribuir a que una pendiente suave sea especialmente propensa a fallar y así, en esta situación, se podría determinar que tiene un potencial relativamente alto de peligro. Por ejemplo, en condiciones de aguas subterráneas cercanas a la superficie y suelos arenosos, podría ocurrir licuefacción durante un terremoto. Esto puede causar deslizamientos en pendientes tan pequeñas como del 5% a 10%. A la inversa, las pendientes más pronunciadas pueden no ser siempre las más peligrosas. Las pendientes pronunciadas son menos proclives a acumular una gruesa capa de material en superficie, la cual estaría sujeta a ciertos tipos de deslizamientos. La calidad de la pendiente puede ser cartografiada usando mapas topográficos generalmente disponibles.

d. Factor hidrológico

El agua se reconoce como factor importante en la estabilidad de las pendientes - casi tan importante como la gravedad. La información sobre nivel de la napa freática y sus fluctuaciones, raramente se encuentra disponible. Para representar el factor hidrológico en las evaluaciones de peligro de deslizamiento, se pueden usar medidas indirectas que pueden ser cartografiadas para mostrar la influencia de la hidrología del área, tal como la vegetación, la orientación de las pendientes (aspecto), o zonas de precipitación.

El tipo y densidad de vegetación frecuentemente reflejarán las variaciones en las aguas subterráneas de un área determinada; ciertas especies buscan el agua (freatofilicas). La presencia de estas especies sugiere una napa freática cerca de la superficie y presencia de manantiales. En las regiones montañosas los diferentes microclimas producen diversas condiciones hidrológicas que, a su vez, producen comunidades de plantas que varían de acuerdo con la cantidad de humedad disponible a la pendiente y su distribución durante el año.

La orientación de las pendientes (aspecto) se refiere a la dirección hacia la cual da cara a la pendiente. Puede ser una medida indirecta de la influencia climática sobre las características hidrológicas del paísaje. Algunas características importantes asociadas con los deslizamientos están relacionadas con factores tales como la recarga de aguas subterráneas resultante de los vientos dominantes y su influencia sobre las tormentas locales frontales o de la nieve acumulada. En otros casos, una pendiente puede experimentar un mayor número de ciclos hielo/deshielo o húmedo/seco, lo cual puede reducir la resistencia del suelo y hacer más susceptible a deslizamientos al área. En general, debido a la complejidad de estos factores y las actividades de desarrollo existentes, usualmente no hay una correlación directamente observable entre la orientación de la pendiente y el peligro de deslizamiento.

Figure 10-4: FORMATO PARA EL INVENTARIO y LA INFORMACION PARA EL ANALISIS ESTADISTICO DE LOS DESLIZAMIENTOS DE TIERRA

Fuente: Carrara, A. and Merenda, L. "Landslide Inventory in Northern Calabria, Southern Italy" en Geological Society of American Bulletin, vol 87 (1976), pp. 1153-1162.

Figura 10-5 LA ROCA FIRME COMO FACTOR EN LA OCURRENCIA DE DESLIZAMIENTOS DE TIERRA

Figura 10-6 CALIDAD DE LA PENDIENTE ASOCIADA CON LA ACTIVIDAD DE DESLIZAMIENTOS DE TIERRA

e. Efectos iniciados por el ser humano

Además de los fenómenos naturales, las actividades humanas pueden aumentar la tendencia natural para que ocurra un deslizamiento. Los deslizamientos que resultan de las actividades de desarrollo, usualmente se originan por el aumento de humedad en los suelos o el cambio de forma en la pendiente. Las actividades de desarrollo tales como cortes y rellenos a lo largo de los caminos y la supresión de toda vegetación, pueden alterar enormemente la forma de la pendiente y las condiciones

de las aguas subterráneas (Swanson y Dyrness, 1975). Así alteradas, éstas pueden aumentar significativamente el actual nivel de deslizamientos (Varnes, 1985, y Sidle, Pearce, y O'Lughlin, 1985).

Por ejemplo, convertir un área de bosques en pastizal, o en terreno de cultivo, puede aumentar tanto la humedad en el suelo como para causar problemas de deslizamiento (DeGraff, 1979). Construir un camino que corta la base de una pendiente pronunciada puede aumentar la susceptibilidad a deslizamientos. Considerando estos efectos muy al inicio del estudio, es posible reducir el impacto potencial de la actividad natural de deslizamientos, y limitar la ocurrencia de los iniciados por el desarrollo (Kockelman. 1985).

Ahora que han sido cubiertos los puntos generales con respecto a la cartografía de diferentes características del terreno, la sección final proporciona detalle sobre las técnicas para ello, además presenta un método paso-a-paso para preparar un mapa de peligro de deslizamiento.

C. Cartografía de factores físicos y preparación de un mapa del peligro de deslizamientos de tierra

- 1: Cartografía de factores físicos asociados con deslizamientos de tierra
- 2. La interpretación del neligro de deslizamientos de tierra: el mapa del peligro de deslizamientos
- 3. Análisis de factores: La técnica para preparar un mapa de neligros
- 4 Compensación por la insuficiencia de datos: el mapa isopleta
- 5. Carlografia generada por computadora

Un inventario de deslizamientos produce un mapa descriptivo de datos (Cotecchia, 1978). Sobreponiendo una transparencia del mapa del inventario de deslizamientos sobre los mapas de tipo de roca firme, calidad de pendientes y medidas hidrológicas indirectas, se puede reconocer la asociación de los deslizamientos del pasado con los factores que controlan su ocurrencia. El método que se describe a continuación emplea estas asociaciones al sintetizar un mapa de peligro de deslizamiento. La extrapolación de los datos a áreas con características similares a las que se encuentran asociadas a anteriores deslizamientos, es una herramienta efectiva para pronosticar donde, pero no cuando, es más probable que ocurran deslizamientos en el futuro.

Esta sección presenta las técnicas utilizadas para la cartografía de cada uno de los factores importantes asociados con los deslizamientos. Con estos mapas se puede preparar uno de peligro de deslizamiento. La zonificación de los peligros es una manera de identificar áreas con diferentes niveles de peligro de deslizamiento. Se describe el método paso-a-paso, o de análisis factorial, usado para preparar un mapa de peligro de deslizamiento.

1. Cartografia de factores físicos asociados con deslizamientos de tierra

Cada factor es cartografiado por separado, con una técnica diferente.

a. Cartografía del inventario de deslizamientos existentes

Un mapa de los deslizamientos existentes sirve como fuente básica de datos para entender las condiciones que contribuyen a la ocurrencia de deslizamientos. Normalmente, el mapa es preparado en base a la interpretación de fotografías aéreas y al examen de campo de los fugares seleccionados. Si bien este mapa podría ser compilado exclusivamente en base a estudios de campo, el tiempo y el costo correspondiente sólo sería justificado si no hubiera cobertura fotográfica. Cualquiera de las dos maneras de preparar los mapas requiere los conocimientos de un geólogo con experiencia en la interpretación de deslizamientos o formas del terreno.

La fotografía aérea puede servir como fuente de datos sobre deslizamientos existentes, tipos de roca firme y cobertura de vegetación. Típicamente, se necesita la fotografía a gran escala para estudiar los deslizamientos existentes. La escala de la fotografía depende del tamaño de los deslizamientos más comunes en el área de estudio. La fotografía a pequeña escala es menos importante donde existe roca firme y vegetación, dado que la demarcación de áreas con textura y apariencia semejante, es más fácil que reconocer rasgos discretos. Las imágenes de satélite no suelen ser adecuadas para la cartografía de deslizamientos, excepto donde los datos producidos puedan ser ampliados a una escala por lo menos de 1:50.000. La información fotográfica y de satélites es valiosa para la cartografía de otra información espacial y para uso conjunto con técnicas de cartografía con computadora, como parte del estudio de planificación para el desarrollo (ver Capítulos 4 y 5 para una discusión más detallada).

Dependiendo de la cobertura vegetativa, la calidad de las fotografías y la habilidad del intérprete, es bastante realista lograr una exactitud del 80 al 85 por ciento para una identificación general, usando fotografías aéreas (Rib y Liang, 1978). El rango de escalas útiles de fotografías aéreas para trabajos de inventario de deslizamientos, está limitado a 1:40.000 o mayor. La escala seleccionada dependerá del tamaño de los deslizamientos comunes al área de estudio y hasta cierto punto del relleve del área. Los grandes deslizamientos de cuatro o más kilómetros cuadrados son extremadamente difíciles de detectar sobre fotografías aéreas a escalas menores de 1:40.000. Donde la mayoría de los deslizamientos son de una hectárea o más pequeños en tamaño, es necesaria la fotografía a gran escala del orden de 1:4.800. La utilidad de la fotografía blanco y negro, a color, o color-infrarrojo para el trabajo de inventario de deslizamientos, ha de variar según las condiciones locales y la persona responsable de la interpretación. Cada tipo de fotografía tiene sus ventajas y desventajas, que han de variar en importancia de acuerdo con las características del área donde se lleva a cabo el levantamiento cartográfico.

El mapa se puede preparar a diferentes niveles de detalle respecto a los deslizamientos existentes (USGS, 1982). Un simple inventario identifica áreas definitivas y probables de deslizamientos existentes y es el nivel mínimo necesario para una evaluación del peligro de deslizamiento. Se produce un mapa sobre el cual cada deslizamiento está indicado y se dibuja una flecha para indicar la dirección del movimiento. (Ver la Figura 10-7 de un mapa sencillo de inventario).

Se puede ofrecer más información si se produce un inventario intermedio. A ese nivel el mapa producido mostrará un esquema de tipos de deslizamientos y distinguirá entre áreas de origen y de depósitos. La primera es el área donde en alguna época existió el material que fue la fuente del deslizamiento, y aparece como una huella. La segunda es el material depositado por el deslizamiento. (Ver Figura 10-8 para un ejemplo de mapa de inventario intermedio). La mayor información es obtenida produciendo un inventario detallado (Wieczorek, 1984). Las características a gran escala, tales como escarpas secundarias, hondonadas y patrones de grietas en el terreno, pueden ser presentadas en deslizamientos individuales. (Ver Figura 10-9 para un mapa detallado de deslizamientos).

Se pueden preparar tres tipos de inventario a medida que se avanza en el estudio de planificación para el desarrollo. Relterando lo presentado en la Sección A de este capítulo, el inventario simple es adecuado para la Fase I de las actividades de diagnóstico de desarrollo; el inventario intermedio proporciona mayores detalles para un mejor mapa de peligros de una

área-objetivo de la Fase II; y los rasgos a gran escala del inventario detallado son necesarios para el diseño final del proyecto, en la etapa de implementación. Referirse a la Figura 10-2 para las escalas apropiadas de mapas.

Hay varias consideraciones que se deben tener en mente al compilar datos sobre paisajes existentes. En primer lugar, el tiempo y el esfuerzo que se requiere para llevar a cabo un inventarlo varía de acuerdo con (1) la complejidad geológica y topográfica; (2) el tamaño del área; y (3) el nivel de detalle de inventarlo deseado (Varnes, 1985). La Figura 10-10 caracteriza la relación entre el tiempo y el esfuerzo para estas tres variables. Segundo, para los inventarios más detallados se necesitarán escalas mayores de mapa a fin de revelar los pequeños rasgos de este mayor detalle. Tercero, la obtención de datos adicionales puede aumentar el detalle de un inventario existente. Esto permite que un inventario sencillo, previamente terminado, sea transformado en un inventario intermedio con menos tiempo y esfuerzo que si se produce el inventario intermedio solamente en base a trabajos de campo y de fotografías aéreas.

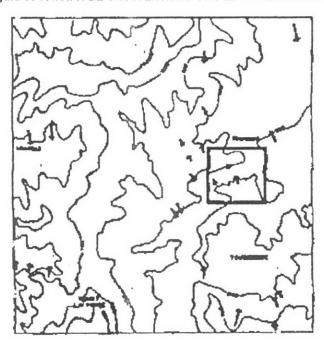
b. Cartografía de los tipos de roca firme que contribuyen a la inestabilidad

Usando la roca firme como un factor en la evaluación del peligro de deslizamiento, se muestran las muchas maneras de como el tipo de roca o de estructura contribuyen a la inestabilidad. Comparando un mapa de roca firme con el mapa de deslizamientos, uno puede discriminar entre unidades de roca asociadas con deslizamientos existentes y aquellas que están libres o casi libres de actividad de deslizamientos.

Para producir un mapa de roca firme útil para una evaluación del peligro, debe trazarse los bordes de las unidades de roca firme para producir nuevas y más adecuadas unidades. Los mapas geológicos universales que existen definen unidades de acuerdo con factores tales como edad, composición, litología (tipo de roca), y estructura (fallamiento, plegamiento, etc.). Por ejemplo, un mapa geológico normal puede mostrar una serie de depósitos de ceniza volcánica de composición mineral similar, pero con variación de edades. En la mayoría de los casos, estas diferentes unidades afectarán la ocurrencia de deslizamientos de manera similar y deben ser identificadas como una sola unidad de roca firme en un mapa revisado para los trabajos de evaluación del peligro. El geólogo debe usar su propio juicio profesional para asegurarse que el número de unidades de roca firme sea suficiente como para distinguir diferencias en sus efectos sobre la ocurrencia de deslizamientos.

Cuando no existe un mapa geológico, la alternativa es un mapa de roca firme basado en fotografías aéreas con alguna verificación de campo. Este mapa puede no ser más detallado que la demarcación de tipos de roca sedimentaria, Ignea y metamórfica. Obviamente, es preferible un mapa de roca firme, generalizado de un mapa más detallado. Pero esta es una alternativa aceptable en tales circunstancias. La demarcación de áreas de similar textura y apariencia es más fácil que reconocer rasgos discretos. Escalas tan pequeñas como 1:62.500 son útiles para este trabajo. Las fotografías a escalas de 1:20,000 o mayores, son difíciles de utilizar porque muestran un área reducida que restringe la comparación con áreas adyacentes contrastantes. También aumenta significativamente el número de fotografías a ser examinadas como resultado de la cartografía del área. Las fotografías en blanco y negro, color y color infrarrojo son todas adecuadas para la cartografía de roca firme. Las imágenes de satélite suelen no ser útiles para esta cartografía, excepto cuando las imágenes son ampliadas a escalas utilizables. Por ejemplo, las imágenes a una escala de 1:50.000, producidas de imágenes de satélites, son aceptables para esta cartografía (ver Capítulo 4).

Figura 10-7: MAPA DE UN INVENTARIO SIMPLE DE DERRUMBE (a)



Escala 1:50,000

EXPLICACION



Deslizamiento

Figura 10-8: MAPA DE UN INVENTARIO INTERMEDIO DE DERRUMBE (b)

Figura 10-9; MAPA DE UN INVENTARIO DETALLADO DE DERRUMBE

Un mapa de suelos es un sustituto inadecuado para un mapa de roca firme. Los mapas de suelos están basados en factores concentrados en el metro superior (o menos), del material de superficie que afecta las actividades agrícolas. Generalmente hay poca o ninguna correlación entre las características de suelos "agrícolas" y la probabilidad de fallas que se originan en

c. Cartografía de la calidad de pendientes o inclinación

La calidad de la pendiente es un factor que asocia la efectividad de la acción de la gravedad sobre una pendiente con la susceptibilidad a deslizamientos de tierra. Un mapa topográfico es la base para preparar un mapa de calidad de pendientes. El mapa de calidad de pendientes muestra los valores de la pendiente asociados con la mayoría de los deslizamientos existentes y se deriva de un mapa topográfico actualizado. La calidad de pendiente para la evaluación del peligro de deslizamiento es comúnmente expresada como un porcentaje en vez de usar grados. Las categorías o agrupación de valores de la calidad de pendiente para uso en el análisis del peligro de deslizamiento, se deben aproximar a aquellos de las pendientes presentes en la área de estudio. Demasiadas clases de pendientes harán difícil identificar a aquéllas que son críticas para la ocurrencia de deslizamientos y demasiado pocas clases han de ser igualmente inútiles.

d. Factor hidrológico opcional - cartografía de medidas indirectas

Dado que rara vez se encuentra disponible la información sobre los niveles de napa freática y sus fluctuaciones, la cartografía de medidas indirectas tales como la vegetación y la orientación de pendientes puede revelar la influencia de la hidrología sobre un área. Cualquier mapa de vegetación que se utilice para presentar el factor hidrológico en la evaluación del peligro de deslizamiento, debe usar unidades que son dependientes del agua. Esto puede ser tan sencillo como presentar comunidades de plantas pireáticas o no pireáticas, o tan complejo como distinguir entre diferentes tipos de bosque. La selección de un mapa aproplado de vegetación para indicar los efectos del agua en motivar deslizamientos de tierra, requiere del geólogo un cuidadoso trabajo de campo.

La fotografía aérea es una fuente apropiada de datos para preparar mapas de vegetación. Al preparar estos, tal como el caso de la cartografía de roca firme, la escala es de menor importancia. Aquí, también, la demarcación de áreas con características similares es más fácil que reconocer rasgos discretos. La escala de 1:62.000 es útil para identificar la vegetación ya que escalas de 1:20.000 o mayores, no revelan las características contrastantes de áreas adyacentes. Las fotografías en blanco y negro, color y color infrarrojo son todas adecuadas para esta cartografía. Las imágenes de satélite son aceptables sólo cuando son ampliadas a una escala adecuada.

La dirección a la cual da cara una pendiente también puede ser cartografiada y usada como un indicador indirecto del factor hidrológico. La orientación de la pendiente, o su aspecto están descritos en términos de ocho direcciones cardinales, es decir, norte, noreste, etc. Para conveniencia al establecer una base de datos, la orientación de la pendiente se mide en grados de acimut que van desde 0° para el N, hasta 360° grados, en dirección del reloj. Cada punto cardinal está definido por un conjunto de valores acimutales. Por ejemplo, las laderas que dan cara al noreste pueden tener una serie de lecturas de acimut que van desde los 22.5° grados a 67.5° grados.

2. La interpretación del peligro de deslizamientos de tierra: el mapa del peligro de deslizamientos

Un mapa de peligro de deslizamiento es generado para identificar áreas vinculadas de diversas maneras con este fenómeno. Se produce un mapa de peligros para cada etapa del proceso de planificación, desde el más generalizado en la etapa inicial, hasta uno detallado de zonificación para uso en lugares específicos. Tal como lo sugiere el nombre, este mapa divide la totalidad del área de estudio en sub-áreas basadas en el grado del peligro potencial de deslizamiento. El mapa de peligro de deslizamiento es producido interpretando los datos presentados por los mapas de inventario de deslizamientos y los factores permanentes que influyen sobre la ocurrencia de deslizamientos.

Como con cualquier otro mapa la escala es una consideración importante. Hay dos puntos que se deben mantener en la mente respecto a la escala del mapa de peligro de deslizamiento. Primero, el mapa debe ser producido a una escala capaz de presentar la información necesaria para un determinado nivel de planificación. La compatibilidad de escala será importante cuando el mapa del peligro habrá de ser combinado con otros mapas para producir uno de capacidad de tierra (ver Capítulo 3). Segundo, el mapa de peligro de deslizamiento tendrá que estar a una escala no marcadamente diferente de los otros mapas de datos que se usaron para producirlo. En otras palabras, la confiabilidad podrá ser cuestionada cuando un mapa de peligro de deslizamiento, producido a escala de 1:50.000, se ha basado en un mapa de (calidad de pendientes a escala de 1:250.000).

Se identifican cuatro niveles de peligros relativos sobre un mapa de peligro de deslizamiento: (1) bajo; (2) moderado; (3) alto; y (4) peligro extremo. El nivel de peligro de deslizamiento se mide sobre una escala ordinal con este método y es una representación cuantitativa de los niveles de peligro que se difieren, y que muestra solo el orden de peligro relativo en un sitio determinado y no un peligro absoluto. La predicción de un peligro absoluto está más allá de la capacidad actual.

En consecuencia, no hay manera de comparar zonas de peligros en diferentes lugares o de determinar, por ejemplo, la probabilidad que un área de alto peligro sea dos o más veces proclive que las áreas de bajo peligro a fallar en el futuro. Se debe hacer hincapié en el hecho que estas zonas de peligros relativos están basadas en los deslizamientos existentes y en las condiciones que influyen sobre su ocurrencia en una área específica. Las zonas de peligro que han sido determinadas para una área dada, sólo son válidas para el área para la cual fueron preparadas. Condiciones similares que se encuentren fuera del área evaluada, pueden no producir el mismo grado de peligro, por causa de alguna diferencia aparentemente muy pequeña en alguno de los factores.

3. Análisis de factores: La técnica para preparar un mapa de peligros

El análisis de factores es un método paso-a-paso usado para preparar mapas de zonificación de peligro de deslizamiento de un área. Son cuatro los pasos para completar el análisis de factores y producir un mapa del peligro: (1) cartografía de los deslizamientos existentes y preparación de un mapa combinando los factores permanentes (roca firme, calidad de pendiente, factores hidrológicos) en unidades individuales del mapa; (2) sobreposición del inventario de deslizamientos sobre el mapa de factores combinados; (3) preparación de un análisis para todas las combinaciones de los factores y las combinaciones de grupos de factores, de manera que se definan los cuatro grados de peligro de deslizamiento; y (4) producir un mapa con cuatro zonas, para el peligro de deslizamiento, a partir de las combinaciones agrupadas.

Figura 10-10: MAPA DEL AREA DE ESTUDIO

Leyenda

Una presentación sobre como se determina la proporción de combinaciones de roca firme/pendiente, sujetas a anterior actividad de deslizamientos. Tomar nota que mientras la combinación B3 obviamente más deslizamientos que la combinación C4, el menor tamaño del área C4 probablemente resultará en que tenga una mayor proporción que B3.

a. Paso uno: Mapa combinado de factores permanentes

El primer paso es preparar un mapa de deslizamientos existentes inventariados. También compilar un mapa que combine la roca firme, calidad de pendiente y, cuando fuera posible, las unidades o categorías de factores hidrológicos en unidades cartográficas individuales. Como ejemplo, suponga que sólo se ha de usar la roca firme y la calidad de pendiente. El mapa compilado estará compuesto de unidades cartográficas que identifiquen ciertos tipos de roca firme y de calidad de pendiente, p.e., roca firme B3 sobre pendientes de 25 a 50 por ciento (ver Figura 10-10).

b. Paso dos: Sobreposición del inventario de deslizamientos de tierra

El segundo paso es colocar una transparencia del mapa de Inventario de deslizamientos sobre el mapa de factores combinados. Esto identificará cuales combinaciones están asociadas con anteriores deslizamientos y cuales no lo están. La tabulación del inventario de deslizamientos se desarrolla indicando el área total de deslizamientos que ocurren en cada unidad específica de roca firme en combinación con la calidad de pendiente (y otros factores, si son considerados) (ver Figura 10-12). Cuando se usa un factor hidrológico tal como zona vegetativa u orientación de pendiente, la tabulación incluirá el área de deslizamiento para cada combinación específica de roca firme y calidad de pendiente, más el factor hidrológico. Sumando las áreas de todas las combinaciones que se encuentran en la tabla se obtendrá el área total de deslizamientos en el área de estudio. Esta es una manera de verificar que todas las combinaciones estén incluidas en el análisis. La figura 10-11 muestra la extensión hasta donde está presente cada combinación en el área de estudio. Por ejemplo, en roca firme B, sobre pendientes entre 25 y 50 por ciento se observan 784 hectáreas de deslizamientos.

c. Paso tres: Combinación de grupos usando el análisis de factores

El tercer paso es agrupar las combinaciones de estos factores de manera que definan cuatro grados de peligro de deslizamiento. La agrupación se logra mediante un análisis de factores combinado o una evaluación de matrices (DeGraff y Romesburg, 1989). Este análisis permite incorporar la interacción entre factores que afectan la ocurrencia de deslizamientos, sin necesidad de entender explícitamente aquellas interacciones.

Para comenzar, se mide el área total de cada combinación de roca firme, el grado de deslizamiento y factores hidrológicos del área de estudio, representados en la tabla preparada en el paso 2. Ha de ser calculada el área total con estas combinaciones y no sólo aquellas áreas asociadas con actividad de deslizamientos. Continuando con el ejemplo, suponga que se determinó un área total de 2.327 hectáreas de roca firme B, sobre pendientes mayores de 25% pero menores de 50%. La tabla del inventario de deslizamientos preparada en el Paso 2, muestra sólo el área de anteriores deslizamientos que se encuentra para cada combinación. Entonces el área total para cada combinación asociada con los deslizamientos, que se encuentran en la tabla de inventarios de deslizamientos, se divide por el área para la misma combinación de factores que se encuentra en el área de estudio (ver Figura 10-12). En el ejemplo, esto sería 784 dividido entre 2.327. Esto da una proporción para cada combinación que está sujeta a la ocurrencia de anteriores deslizamientos, p.e. 0,34. Esta cifra representa la proporción de la combinación perturbada por anteriores deslizamientos en esa área (ver Figura 10-11).

Figura 10-11
FACTOR PERMANENTE COMBINADO (MUESTRA DE ROCA FIRME y CLASE DE PENDIENTE) y COBERTURA DE AREAS DEL TERRENO (EN HECTAREAS)

		CLASE DE DE	SLIZAMIENTO		
GRUPO DE ROCA FIRME	0<12%	12<25% (2)	25<50% (3)	>50%	AREA TOTAL (HA)
А	- 1	52	78	-	130
					Area de deslizamientos
	1.570	722	512	237	3.041
					Areas combinada ^a
В	-	301	784		1.085
					Area de deslizamientos
	-	1.776	2,327	-	4.103
					Areas combinadaª
C	78	-	351	180	609
					Area de deslizamientos
	673	2.450	1.790	793	5.796
	1				Areas combinada

^a Area combinada = Area de factor permanente combinado

Figura 10-12: ZONAS DE PELIGRO DE DESLIZAMIENTO

La combinación de roca firme, calidad de pendiente y los factores hidrológicos asociados con el área más grande, afectada por deslizamientos, puede no ser la más peligrosa: puede simplemente ser la combinación que es más común en el área de estudio. ya que tal área es la combinación predominante, tiene la mayor probabilidad de estar asociada con anteriores deslizamientos y no necesariamente la de ser la más peligrosa. El proceso aquí descrito asegura que la comparación del peligro de deslizamiento entre las diferentes combinaciones, se realice sobre bases iguales.

Habrá un valor proporcional para cada combinación de roca firme, calidad de pendiente y otros factores asociados con los deslizamientos existentes que va desde, 01 hasta 1,0. Las proporciones son ordenadas de la más pequeña a la más grande. Este rango de valores se divide en tres grupos para representar el peligro relativo de deslizamientos en el área de estudio. Para asegurar que los puntos usados para definir los tres grupos han sido determinados objetivamente, se hace uso del análisis de grupo no-jerárquico. (Ver el Apéndice de este capítulo para un ejemplo de cálculo).

Se logra una división inicial en tres grupos separando en partes iguales el rango presente de valores proporcionales. Los límites superior e inferior de cada grupo se retienen o se ajustan para asegurar que la división final represente la suma mínima de las desviaciones al cuadrado, alrededor de los tres promedios de grupo. Esto está basado en la función W (Anderberg, 1973).

LA FUNCION W PARA DEFINIR LOS CUATRO NIVELES DE PELIGROS DE DESLIZAMIENTOS

$$W = \sum_{i=1}^{i=3} \sum_{j=1}^{j=n} (X_{ij} + X_i)^2 = W_1 + W_2 + W_3$$

d. Paso cuatro: Producción de zonas de peligro de deslizamientos de tierra

El cuarto y último paso hace uso de combinaciones agrupadas para producir zonas de peligro de deslizamiento extremo, alto, moderado y bajo. Una vez que se dividen las proporciones en tres grupos, se identifican las combinaciones de roca firme, calidad de pendiente y factores hidrológicos que representan diferentes niveles de peligro relativo a deslizamientos. El grupo de proporciones con los valores más altos, es decir, hacia el extremo 1,0 del rango, representa combinaciones que definen peligros extremos de deslizamiento. El grupo de proporciones con los valores menores, representa combinaciones que definen un alto peligro de deslizamiento. El grupo de proporciones con los menores valores, es decir, hacia el extremo 0,1 del rango, representa combinaciones que definen un peligro moderado de deslizamiento. Todos los factores de roca firme, pendientes e hidrológicos que no estén asociados con deslizamientos existentes, definen un bajo peligro de deslizamiento.

Las transparencias de los mapas usados para determinar áreas de roca firme, calidad de pendientes y factores hidrológicos presentes en todo el área de estudio, pueden ser ahora revisadas para hacer el mapa de zonificación de peligros. La Figura 10-12 muestra los mapas originales vueltos a dibujar como zonas de peligro. Las combinaciones con peligros extremos son redibujadas y retituladas como zonas de peligros extremos. Redibujar y retitular las combinaciones que representan zonas de otros peligros produce un mapa completo de zonificación de peligros, que muestra los cuatro niveles de peligro relativo. La relación empírica de los factores físicos, como los define el análisis de factores, es válido sólo para el área evaluada, y no se puede extrapolar para cubrir otras áreas adicionales.

Una vez que se ha identificado estas áreas de peligro, se puede tomar una decisión respecto a las actividades apropiadas de desarrollo, el tipo de medidas de mitigación a ser incluidas en el proceso, o las áreas que deben de ser descartadas. Es importante tomar nota que los mapas esenciales de roca firme y de calidad de pendiente no siempre están disponibles. Sin estos mapas, se puede producir un mapa isopleta que es un sustituto aceptable.

4. Compensación por la insuficiencia de datos: el mapa isopleta

En la ausencia de mapas de roca firme y de calidad de pendientes, se puede usar el mapa de inventario de deslizamientos para producir un mapa analítico adecuado para representar la actividad de deslizamientos en una área. Se recomienda para este propósito un mapa de isopletas de la frecuencia de deslizamientos. Un mapa isopleta o cualquier otro mapa analítico puede servir sólo como una evaluación inicial de la actividad de deslizamiento y no como un sustituto de mapas de peligro de deslizamiento. Las condiciones subyacentes que dan lugar a los deslizamientos seguirán siendo desconocidas, lo que impedirá que se haga una distinción entre los grados relativos del peligro de deslizamiento.

Es razonable suponer que las áreas con alta frecuencia de deslizamiento tienen mayor probabilidad de sufrir futuros deslizamientos que aquellas áreas de baja frecuencia. Un mapa isopleta se puede hacer en base a esta suposición. Para preparar un mapa isopleta se comienza con un mapa de inventario de deslizamientos (Wright et al., 1974). Se coloca una transparencia con una grilla de 2 cm x 2 cm sobre el mapa de inventario de deslizamientos. (Ver Figura 10-13 para una descripción gráfica de cada paso). Sobre cada intersección en la grilla se dibujan círculos cuadriculados transparentes de 2,5 cm de diámetro. Se cuenta el número de cuadrados de la grilla, dentro del círculo, a través del cual se pueden observar depósitos de deslizamientos. Se divide ese número por el número total de unidades de cuadrados de la grilla dentro del círculo dibujado. Esto da la proporción de la unidad de área dentro del círculo que está cubierta por depósitos de deslizamientos. Esta proporción se multiplica por 100 y se hace la aproximación al número entero más cercano, para obtener el porcentaje de terreno afectado por deslizamientos. El valor de este porcentaje se escribe en la transparencia al lado de la respectiva intersección de la grilla.

Una vez que todas las intersecciones queden identificadas con valores porcentuales, se pueden dibujar las líneas isopletas. Las líneas isopletas conectan puntos de igual valor. Estas líneas muestran la frecuencia generalizada de la actividad de deslizamiento representada por el porcentaje del área perturbada por ellos. Así dibujadas, el intervalo entre isopletas para producir el mapa dependerá del uso propuesto. Una sola línea que representa el lindero entre áreas de deslizamiento frecuente y de deslizamiento poco frecuente, muestra las áreas en las que este fenómeno es un factor principal en la modulación del paisaje y aquéllas otras en las que no lo es. Esto sirve como una primera evaluación de áreas expuestas a problemas de deslizamientos cuando no se dispone de información sobre factores adicionales para el área bajo estudio. Es importante recordar que esta es una técnica analítica que produce una evaluación limitada del área, más que una técnica desarrollada por un proceso interpretativo.

Figura 10-13: PASOS PARA LA PREPARACION DE UN MAPA ISOPLETA

Durante la Fase II del proceso de planificación, además del inventario intermedio de deslizamientos, se recomienda la preparación de un mapa isopleta que proporcionará a los planificadores la información disponible, mejor elaborada. Usando las técnicas ya descritas, la preparación del mapa es modificada de dos maneras: (1) para compilar este mapa isopleta sólo se utilizarla los tipos específicos de deslizamiento identificados en el inventario intermedio, que son los que probablemente se iniciarán por el uso de tierras propuesto; la selección de tipos de deslizamiento deberá ser gobernada por la información sobre la actividad de deslizamientos, desarrollada por el geólogo que completó el inventario intermedio de los deslizamientos existentes, y por el actual uso de tierras y el uso propuesto; y (2) las isopletas están dibujadas a intervalos regulares de manera similar a como se presenta la elevación con curvas de nivel, en vez del valor único que usa un mapa isopleta. Por ejemplo, en algunos mapas isopletas aplicados a la planificación del uso de la tierra, ha sido utilizado un intervalo de 10 por ciento en algunos mapas (Campbell, 1980, y Pomeroy, 1978). Esto produce un mapa que representa la intensidad de la ocurrencia de anteriores deslizamientos en una forma que se parece a un mapa topográfico. Las líneas isopletas aparecerían como las curvas de nivel que indican elevaciones. El mapa isopleta final es usado como una transparencia sobre el mapa del peligro de deslizamiento.

5. Cartografía generada por computadora

El método descrito en este capítulo se puede adaptar fácilmente a la cartografía generada por computadora (Brabb, 1984). Los mapas de factores usados para generar el mapa del peligro de deslizamiento pueden ser codificados a un sistema de información geográfica (SIG) y manipulados con una computadora. (Ver Capítulo 5 para una discusión de las aplicaciones de cartografía con computadora y el SIG). Esto permite la rápida preparación de tablas que muestren el área para diferentes combinaciones de factores. En algunos casos, los mapas de datos usados en la evaluación del peligro de deslizamiento pueden ser parte del SIG creado para planificación generada del uso de tierras, por ejemplo un mapa de vegetación. Una segunda ventaja de este método es que las escalas de los mapas a ser sobrepuestos en transparencias, en una evaluación del peligro de deslizamiento, pueden ser apareados sea cual fuere su escala original. Por ejemplo, la escala de un mapa publicado de roca

firme puede diferir de los mapas de otros factores. Usando técnicas manuales, sería necesario redibujar el mapa de roca firme a la escala de los demás mapas, mientras que el sistema basado en computadora permite el apareamiento de las escalas de mapas sea cual fuere la escala original, de tal modo que los mapas pueden ser sobrepuestos y analizados en conjunto.

El apareamiento computarizado de diferentes escalas de mapas requiere identificar ciertos puntos referenciales en cada mapa para asegurar el control adecuado entre mapas. Una vez que los mapas están computarizados, pueden ser actualizados o usados para mejorar las evaluaciones del peligro de deslizamiento. Un mapa más detallado del inventario de deslizamientos, también puede ser codificado y usado para producir un mejor mapa de zonificación de peligros con los mapas ya codificados.

Las únicas limitaciones importantes para usar un sistema en base a computadora, son la cantidad de tiempo y el gasto que se requiere para codificar los mapas y establecer una base de datos, para una evaluación del peligro de deslizamiento a una escala suficientemente grande que permita el cálculo del porcentaje del área cubierta por deslizamientos existentes. La creación de tal base de datos usualmente requiere que se planifique un proyecto importante o una serie de proyectos para justificar la asignación de recursos, o que ya exista una base de datos de mapas computarizados. Una última consideración es la posibilidad de tener acceso a equipos de cómputo, ya que las computadoras pueden ser escasas o pueden soportar gran demanda para muchos otros usos. Sin embargo, las computadoras personales son fácilmente accesibles y de poco costo relativo; los programas de cómputo adecuados y disponibles para la evaluación del peligro de deslizamiento hace posible que algunos estudios de planificación tengan su propio sistema.

Conclusión

Las áreas susceptibles a deslizamientos se pueden proyectar en base a los factores físicos asociados con la actividad de deslizamiento: la historia de deslizamientos pasados, la roca firme, la calidad de pendiente y la hidrología. No es posible la predicción de dónde y cuándo han de ocurrir los deslizamientos, aún con la mejor información disponible. Sin embargo, es posible identificar áreas susceptibles a deslizamiento. Este capítulo ha discutido algunos de los conceptos relacionados con la susceptibilidad a los deslizamientos: los diferentes tipos de deslizamientos, la naturaleza relativa de la zonificación del peligro de deslizamiento; su relación con las actividades de desarrollo; y cómo mitigar los efectos de los deslizamientos. El punto esencial ha sido demostrar la importancia de considerar los deslizamientos al inicio del estudio de planificación y de proporcionar una técnica que se pueda usar en todas las etapas del proceso de planificación. Se han destacado las diferentes preguntas que deben ser formuladas en las diferentes etapas de la planificación. Se pueden generar muchas respuestas del uso de la zonificación del peligro de deslizamiento en cada etapa del estudio de planificación. También se presentó el análisis de factores combinados paso-por-paso para preparar mapas de peligros. Todo esto permitirá al planificador a tener un conocimiento práctico de los términos, conceptos y de las importantes consideraciones relacionadas con deslizamientos y con la cartografía del peligro de deslizamiento.

Referencias

Anderberg, M.R. Cluster Analysis for Applications (New York: Academic Press, 1973).

Brabb, E.E. "Innovative Approaches to Landslide Hazard and Risk Mapping" in IV International Symposium on Landslides, vol. 1 (Toronto, 1984), pp. 307-323.

Campbell, R.H. Landslide Maps Showing Field Classifications, Point Dume Quadrangle, California, U.S. Geological Survey Field Studies Map MF-1167 (Reston, Virginia: U.S. Geological Survey, 1980).

Carrara, A., and Merenda, L. "Landslide Inventory in Northern Calabria, Southern Italy" in Geological Society of America Bulletin, vol. 87 (1976), pp. 1153-1162.

Cotecchia, V. "Systematic Reconnaissance Mapping and Registration of Slope Movements" in Bulletin of the International Association of Engineering Geology. no. 17 (1978), pp. 5-37.

DeGraff, J.V. "Regional Landslide Evaluation: Two Utah Examples" in Environmental Geology, vol. 2 (1978), pp. 203-214.

- "Initiation of Shallow Mass Movement by Vegetative-type Conversion" in Geology, vol. 7 (1979). pp. 426-429.
- "Quantitative Approach to Assessing Landslide Hazard to Transportation Corridors on a National Forest" in Transportation Research Record 892 (1982), pp. 64-68.

DeGraff, J.V., and Romesburg, H.C. "Regional Landslide-Susceptibility Assessment for Wildland Management: A Matrix Approach" in D.R. Coates, and J. Vitek (eds.), Thresholds in Geomorphology (Boston: George Alien & Unwin, 1980), pp. 401-414.

Hutchinson, J.N., and Kogan, E. "The Mayunmarca Landslide of 25 April 1974" in UNESCO Serial No. 3124/RMO.RD/SCE (Paris: UNESCO, February, 1975).

Hopkins, L.D. "Methods for Generating Land Suitability Maps: A Comparative Evaluation" jn American Institute of Planning Journal, vol. 43 (1977), pp. 386-400.

Kockelman, W.J. "Some Techniques for Reducing Landslide Hazards" in Bulletin of the Association of Engineering Geologists (vol. 22, 1985).

Morgenstern, N.R., and Sangrey, D.A. "Methods of Stability Analysis" in R.L. Schuster, and R.J. Krizek (eds.), Landslides, Analysis, and Control, Special Report 176 (Washington, D.C.: Transportation Research Board, 1978), pp. 155-171.

Organization of American States. Integrated Regional Development Planning: Guidelines and Case Studies From OAS Experience (Washington, D.C.: Organization of American States, 1984).

Pomeroy, J.S. Isopleth Map of Landslide Deposits, Washington County, Pennsylvania, U.S. Geological Survey Field Studies Map MF-1010 (Reston, Virginia: U.S. Geological Survey, 1978).

- Map Showing Landslides and Areas Most Susceptible to Sliding in Beaver County, Pennsylvania, U.S. Geological Survey Miscellaneous Investigations Series Map 1-1160 (Reston, Virginia: U.S. Geological Survey, 1979).

Rib, H.T., and Liang, T. "Recognition and Identification" in R.L. Schuster and R.J. Krizek (eds.), Landslides, Analysis, and Control, Special Report 176 (Washington, D.C.: Transportation Research Board, 1978), pp. 34-80.

Sharpe, C.F.S. Landslides and Related Phenomena (New York: Columbia University Press, 1938).

Swanson, F.J., and Dyrness, C.T. "Impact of Clearcutting and Road Construction on Soil Erosion by Landslides in the Western Cascade Range, Oregon" in Geology, vol. 3 (1975), pp. 393-396.

U.S. Geological Survey. Goals and Tasks of the Landslide Part of a Ground-Failure Hazards Reduction Program, U.S. Geological Survey Circular 880 (Reston, Virginia: U.S. Geological Survey, 1982).

Varnes, D.J. "Slope Movement Types and Processes" in R.L. Schuster and R.J. Krizek (eds.), Landslides, Analysis, and Control, Special Report 176 (Washington, D.C.: Transportation Research Board, 1978), pp. 12-33.

Landslide Hazard Zonation: A Review of Principles and Practices, UNESCO Natural Hazards Series No. 3 (Paris: UNESCO, 1985).

Wieczorek, G.F. "Preparing a Detailed Landslide-Inventory Map for Hazard Evaluation and Reduction" in Bulletin of the Association of Engineering Geologists, vol. 21 (1984).

Wright, R.H., Campbell, R.H., and Nilson, T.H. "Preparation and Use of Isopleth Maps of Landslide Deposits" in Geology, vol. 2 (1974), pp. 483-385.

Apéndice

EJEMPLO DE UN CALCULO DE LA FUNCION W

Como se indica en la Sección C-3, Análisis Factorial, la función W es calculada de la fórmula:

$$W = \sum_{i=1}^{i=3} \sum_{j=1}^{i=n_i} (X_{ij} + X_i)^2 = W_1 + W_2 + W_3$$

Donde:

$$X_{ij} = j^{ava}$$
 observación i^{avo} grupo
 $n_i = n$ úmero de observaciones en el i^{avo} grupo

Para el ejemplo, se supone que el análisis factorial combinado produjo las siguientes dieciséis proporciones:

0.53, 0,01, 0,19, 0,03, 0,39, 0,04, 0.05, 0,88, 0,11, 0,01, 0,21, 0,03, 0,61, 0,01, 0,04, 0,11

Paso 1: Las proporciones son entonces arregladas en orden ascendente:

0.01, 0,01, 0,01, 0,03, 0,03, 0,04, 0,04, 0,05, 0,11, 0,11, 0,19, 0,21, 0,39, 0,53, 0,61, 0,88

Los datos van de 0,01 a 0,88. Este rango es dividido en partes iguales para formar tres grupos basados en una partición de intervalos iguales:

0.01 sX < 0.29, 0.29 sX < 0.58, y 0.58 sX < 0.88

Paso 2: El factor W es calculado usando los valores en cada grupo formado bajo la partición inicial de intervalos iguales:

[0,01≤X<0,29]	[0.29≤X<0.58]	10.58≤X<0,88
0,01, 0,01, 0,01. 0,03, 0,03, 0.04, 0,04, 0,05, 0,11, 0,11, 0,19, 0,21	0,39 ,0,53	0,61, 0,88
		X3 = 0.745
W1 = 0.0534	W2 = 0,0098	W3 = 0,0365

W = W1 + W2 + W3 = 0,0534 + 0,0098 + 0,0365 = 0,0996

El objetivo es minimizar el valor de W. En otras palabras, encontrar los valores más pequeños de W que puedan ser calculados para tres grupos de los valores proporcionales. Esto aplica el principio de mínimos cuadrados, un método estadístico común, a este problema unidimensional minimizando la suma de las desviaciones al cuadrado en relación con los promedios de grupos.

Paso 3: El borde es desplazado hacia la derecha para buscar la disminución deseada en la función W:

[0,01≤X< 0.39]	[0.39≤X<0,58]	[0.58≤X<0.88
0,01, 0,01, 0,01, 0,03, 0,03, 0,04. 0,04, 0,05, 0,11, 0,11, 0,19, 0,21, 0,39	0,53	0,61, 0,88
	Property and the same of the s	X3 = 0.745
W1 = 0,1479	W2 = 0	W3 = 0,0365

W = W1 + W2 + W3 = 0,1479 + 0 + 0,0365 = 0,18435

Debido a que el valor recalculado es mayor que el valor de W inicialmente calculado, éste fue un movimiento en la dirección contraria. Se trasladará el borde hacia la izquierda del borde inicial en búsqueda de una disminución del valor W.

Paso 4: El borde al extremo de la izquierda se mueve hacia la izquierda por un valor. Se recalcula la función W y se compara con el valor W inicial para constatar si ocurrió la deseada disminución:

	Particular de la company de la
[0,01≤X<0,19]	[0,19±X<0,58] [0,58±X<0,88]
The same of the sa	The state of the s

0,01, 0,01, 0,01, 0,03, 0,03, 0,04 0,04, 0,05, 0,11 0.11, 0,19	0,21, 0.39, 0,53	0,61, 0,88
X1 = 0,0573	X2 = 0,3767	X3 = 0.745
W1 = 0,0320	W2 = 0,0515	W3 = 0,0365

W = W1 + W2 + W3 = 0,0320 + 0,0515 + 0,0365 = 0,12

Esta no es una disminución. Por lo tanto, la partición del borde, al extremo de la izquierda se mantiene en su valor inicial.

Paso 5: Ahora el segundo borde o sea el borde al extremo de la derecha se desplaza a la derecha:

[0,01≤X<0,29]	[0,29≤X<0,61]	[0,61≤X<0,88]
0,01,0,01,0,01, 0,03, 0,03, 0,04 0,04, 0,05, 0,11 0,11, 0,19, 0,21	0,39, 0,53, 0,61	0,88
X1 = 0,07	X2 = 0,51	X3 = 0,88
W1 = 0,0534	W2 = 0.0248	W3 = 0

W = W1 + W2 + W3 = 0.0534 + 0.0248 + 0 = 0.0782

Esto si es una disminución del valor de W. Si quedaran otros valores en el tercer grupo, el borde se trasladaría paso-a-paso hacia la derecha hasta que no se obtuviera mayor disminución de los valores W. Sin ningún otro valor presente, esto minimiza la suma de las desviaciones al cuadrado en relación con los promedios de grupos, lo más posible y retiene tres grupos. Si el traslado a la derecha hubiera conducido a un valor más alto de W, se hubiera intentado un traslado a la izquierda del borde de la derecha. Habiendo determinado la ubicación de los bordes para obtener el menor valor de W, se ha logrado el mejor agrupamiento de los valores proporcionales presentes.

Como resultado de este proceso iterativo, la partición inicial en grupos con los siguientes rangos:

0.10×W<0,29

0.29×W<0.58

0,58_≤W<0,88

se cambia a una agrupación más consistente con los valores proporcionales involucrados, en base al rango de los valores siguientes:

0.01≤X< 0.29 0,29×X<0,61

0.61 ≤ X < 0.88







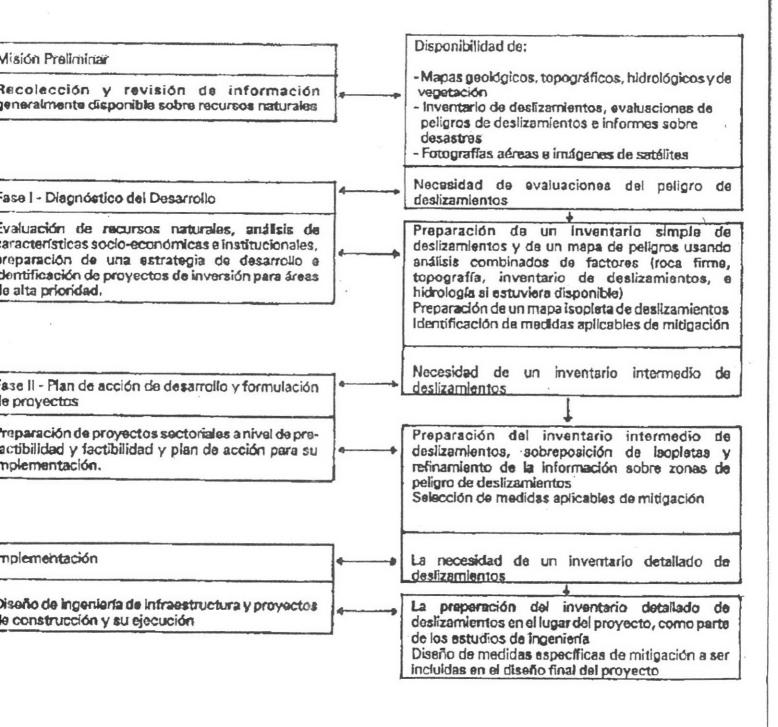
Conditions and Disclaimer

Condiciones de descargo y responsabilidad

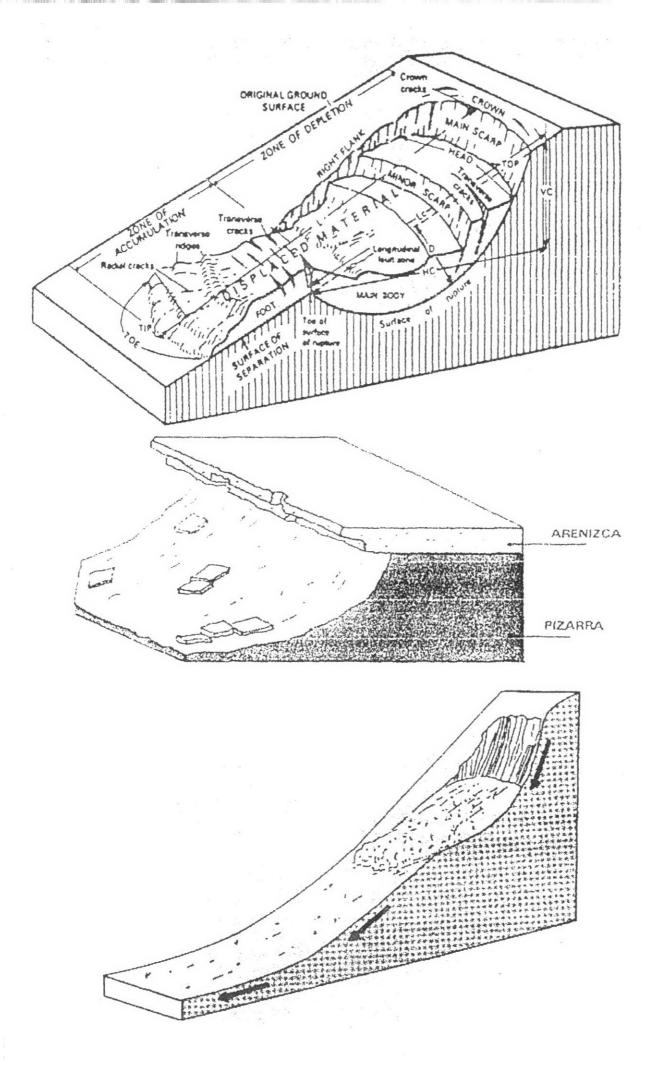
This page was last updated on Tuesday, July 16, 2002

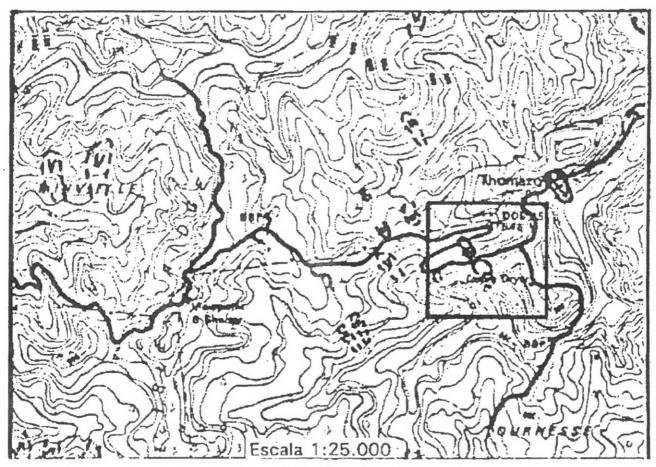
ACTIVIDADES DE LOS ESTUDIOS DE PLANIFICACION PARA EL DESARROLLO

ACTIVIDADES DE EVALUACION DE PEUGROS DE DESLIZAMIENTOS



	TATISTICAL ANALYSIS OF LANDSLIDES
ct : Surveyor mit and form	Date: Date:
HHH	LANDSLIDE TONE
Mame Dz	ainage-Basin SIRIAM LAOSION
	EROSIONAL ZONE
ickness D	MONDITHOTOGIC LITHOLOGY ALTERNATED PERTIL 65155 S D D D D D D L D D L D D L D D
IAVERING OBLIQUE LAYERING OBLIQUE LAYERING OBLIQUE ROCK CONDITIONS ROCK CONDITIONS PROCK CONDITIONS CONCAVE OBLIQUE CONCAVE OBLIQUE LETTACETICAL O	VERT HORIZ town, village etc. [houses not better thick
EROSIONAL AREA II related To landslides STREAM EROSION Initial Ini	Sheet fill erosion Gully erosion Bad lands erosion niches Circular parabolic parab





DERRUMBE O
DESLIZAMIENTO
DE ROCAS

()

traza



depósito

LEYENDA

FLUJO DE ESCOMBROS



traza



depósito

DESLIZAMIENTO DE ESCOMBROS



traza



depósito

Falla Superficial

DERRUMBE COMPUESTO

Puede consistir de muchos derrumbes demastados pequeños para ser representados en forma individual, algún rasgo de un derrumbe antiguo erosionado, o un derrumbe mostrando más de un tipo de movimiento. Falla Profunda

DESLIZAMIENTO DE ROCAS

O FLUJO DE TIERRA



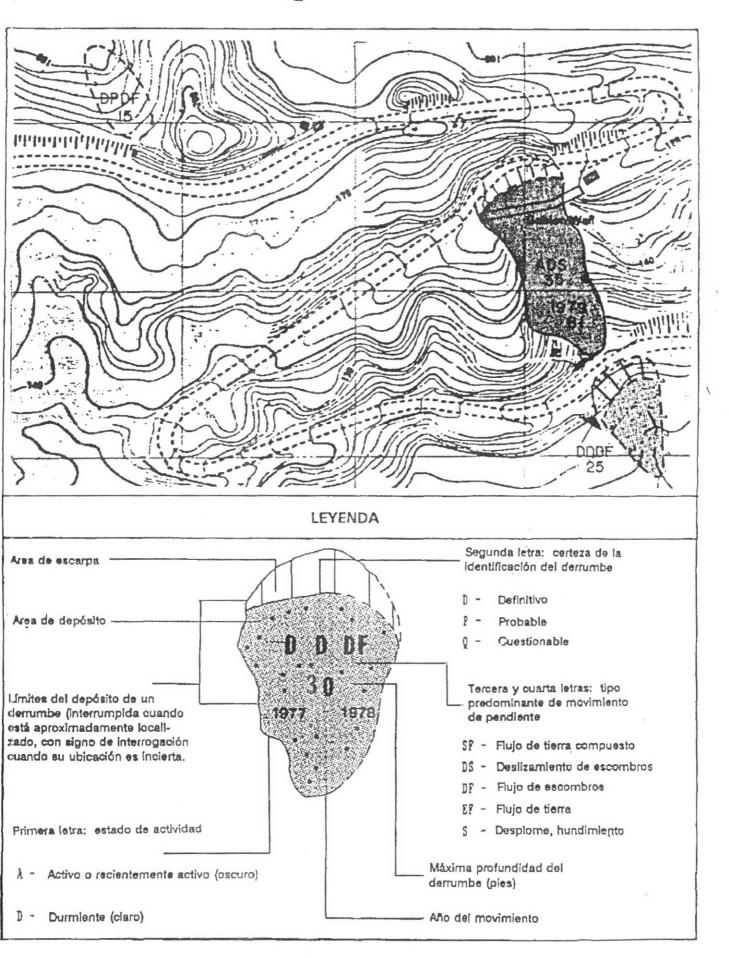
traza

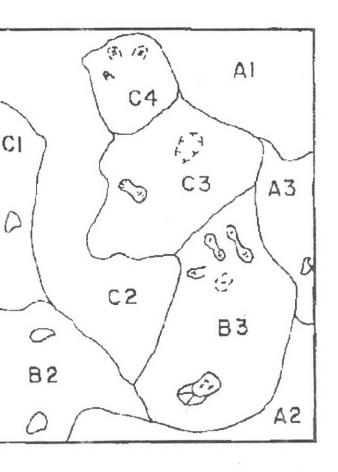


depósito

NOTA: Los derrumbes trazados con líneas edidas pueden ser identificados como derrumbes definitivos. Las líneas interrumpidas muestran posibles derrumbes.







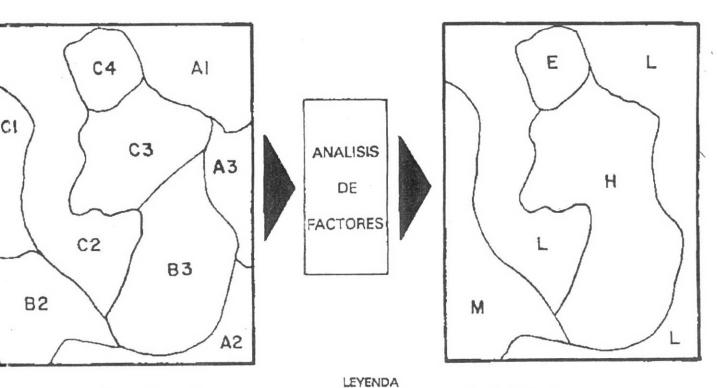
Area de Deslizamiento

= Proporción

Roca firme/Pendiente del área

(Area de Factores Permanentes)

150 hies GO



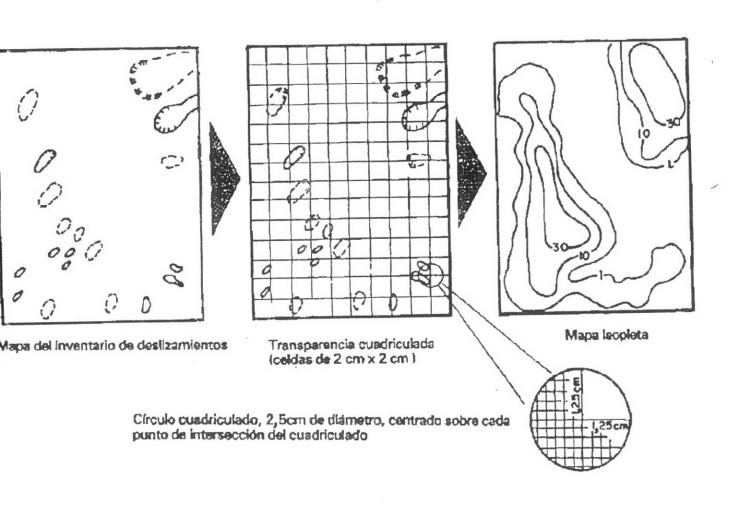
A-C: Grupos de roca firme (agrupación en base a información geológica previamente definida)

1-4 Tipo de pendiente (agrupado por clasificaciones de pendientes previamente definides)

Diferentes grados de deslizamientos

E: Extremo L: Bajo H: Alto

M: Moderado



ESTUDIO DE RELEVAMIENTO ECOLOGICO INTEGRADO

CARACTERES FISONOMICOS Y FLORISTICOS DE LAS UNIDADES DE VEGETACION DEL CHUBUT

2. La Península Valdes y elastmo Carlos Amegnino

M.B. BERTILLER A.M. BEESKOW. M. delp. IRISARRI

PROGRAMA DE ECOLOGIA Y DESARROLLO REGIONAL

DE ZONAS ARIDAS Y SEMIARIDAS

CONICET — INTA — OEA

	dés.	a, da		. 9 S
UBICACION GEOGRAFICA	Cordones medanosos con dirección O–E al Sur de la Peninsula Valdés.	Sudeste de la Península Valdés. Sur de la Península Valdés entre los cordones medanosos, asociada a la Estepa arbustiva de Chuquira- ga avellanedae y Stipa tenuis.	Este de Penínunsula Valdés en las terrazas marinas de la Caleta Valdés.	Angosta faja costera al N y NE de la Peninsula Valdés, sobre flancos de la meseta.
DESCRIPCION DE ESTRATOS	Estrato Subarbustivo: Cobertura: 10–30% Altura: 10 cm. Dominantes: Paronychia chilemis. Estrato herbáceo: Cobertura: 50-60% Altura: 10–30 cm. Dominantes: Sporobolus rigens, Stipa tenuis. Acompañantes: Piptochaetium napostaense, Panicum urvilleanum, Poa lanuginosa.	Estrato Arbustivo: Cobertura: 15% Altura: 50–200 cm. Dominantes: Chuquiraga avellanedae Acompañantes: Schinus polygamus, Lycium chilense, Discaria americana. Estrato Subarbustivo: Cobertura: 5% Altura: 10 cm. Dominantes: Paronychia chilensis, Hoffmanseggia trifoliata Acompañantes: Baccharis melanopotamica, Tetraglochin caespitosum. Estrato Herbáceo: Cobertura: 40–5% Altura: 20 cm. Dominantes: Piptochaetium napostaense, Stipa tenuis, Plantago patagonica. Acompañantes: Bromus unioloides, Schismus barbatus.	Estrato Arbustivo: Cobertura: 40% Altura: 30 cm. Dominantes: Chuquiraga avellanedae. Acompañantes: Lycium tenuispinosum. Estrato Subarbustivo: Cobertura: 5% Altura: 10 cm. Dominantes: Paronychia chilensis, Hoffmanseggia trifoliata. Acompañantes: Baccharis darwinii. Estrato Herbáceo: Cobertura: 40% Altura: 20 cm. Dominantes: Stipa tenuis, Stipa longiglumis, Piptochaetium napostaense. Acompañantes: Plantago patagonica, Poa ligularis, Bromus unioloides.	Estrato Arbustivo: Cobertura: 40–70% Altura: 80 cm. Dominantes: Chuquiraga erinacea. Acompañantes: Schinus polygamus. Estrato Subarbustivo: Cobertura: 0–5% Altura: 10 cm. Dominantes: Acantholippia seriphioides. Baccharis darwinii, B. melanopotamica. Acompañantes: Hoffmanseggia trifoliata, Boopis anthemoides
	 Estepa herbácea de Sporobolus rigens y Stipa tenuis. Número de estratos: 2 Cobertura total: 70–80% 	2. Estepa herbácea de Piptochaetium napostaense, Stipa tenuis y Plantago patagonica. Número de estratas: 3 Cobertura total: 60-70%	3. Estepa herbácea de Stipa tenuis, Stipa longiglumis con arbustos de Chuquiraga avellanedae. Número de estratos: 3 Cobertura total: 85% Observaciones: Es una unidad de transición entre la Estepa herbácea de Piptochaetium napostaense, Stipa teruis y Plantago Patagonica y la Estepa arbustiva de Chuquiraga avellanedae y Stipa tenuis.	 Estepa arbustiva-herbácea de Chuquiraga erinacea y Stipa tenuis Número de estratos: 3 Cobertura total: 40–70%

	5–20 cm.	Altura:	15-30%	: Cobertura:	Estrato Herbáceo:	y la Estepa arbustiva de Chuquiraga avellanedae y Condalia microphylla.	
	5–10 cm.	Altura:	: 5% Hoffmanseggia trifoliata. rezia recurvata.	Cobertura onychia chilensis, charis darwinii, Pe	Estrato Subarbustivo: Dominantes: Paro Acompañantes: Baco	es de transición entre la Estepa arbustiva de Chuquiraga avellanedae	
			microphylla. Schinus polygamus.	Lycium chilense, Condalia microphylla Prosopidastrum globosum Schinus p	s:	Cobertura total: 60-80% Observaciones: Esta unidad	
N E de Península Valdés sobre el nivel superior de meseta.	50-60 cm.	Altura:	30—40% Chuquiraga erinacea.	: Cobertura: Chuquiraga avellanedae	Estrato Arbustivo: Subestrato 1 Dominantes: (Estepa arbustiva de Chuquiraga avellanedae y Chuquiraga erinacea.	œ
	20 cm.	Altura:	1	Cobertura: 30% Stipa tenuis, Stipa neaei, Stipa humilis. Piptochaetium napostaense, Plantago patagonica Stipa longiglumis, Schismus barbatus.	Estrato Herbáceo: Dominantes: Acompañantes:	Cobertura total: 60%	
E de Península Valdés sobre flancos de Meseta.	60-120 cm.	Altura:		: Cobertura: 30% Condalia microphyllą Lycium chilense, Chuquiraga avellanedae. Lycium gilliesianum, Schinus polygamus.	Estrato Arbustivo: Dominantes: (Acompañantes: I	Estepa arbustiva de Condalia microphylla y Lycium spp. Número de estratos: 2	7.
	5 cm.	Altura:		: Cobertura: 5% Schismus barbatus, Poa lanuginosa.	Estrato Herbáceo: Dominantes:		
Sporobolus rigens y Stipa tenuis.	5-15 cm.	Altura:	5%	ivo: Cobertura: Acantholippia seriphioides.	Estrato Subarbustivo: Dominantes: Aca	Número de estratos: 3 Cobertura total: 70%	
Cordones medanosos con dirección O-E al Sur de P. Valdés, asociada	50 cm.	Altura:	65%	: Cobertura: Hyalis argentea.	Estrato Arbustivo: Dominantes:	Estepa subarbustiva de Hyalis argentea.	6
	10 cm.	Altura:	-25% ostaense.	Cobertura: 20—25% Stipa tenuis, Piptochaetium napostaense. Poa Ligularis, Stipa longiglumis.	Estrato Herbáceo: Dominantes:		
	0 cm.	Altura: 10 cm.		tivo: Cobertura: 0-5% Hoffmanseggia trifoliata. Paronychia chilensis, Perezia recurvata.	Estrato Subarbustivo: Dominantes: Hof Acompañantes: Parc	Número de estratos: 3 Cobertura total: 50%	
Centro de Península Valdés e Istmo C. Ameghino sobre nivel superior de la meseta.	50–60 cm.	Altura: 5		: Cobertura: 25% Chuquiraga avellanedae. Schinus polygamus, Lycium chilense.	Estrato Arbustivo: Dominantes: C Acompañantes: S	Estepa arbustiva-herbácea de Chuquiraga avellanedae y Stipa tenuis.	'n
) cm.	Altura: 10 cm.	10–30% uclaston.	Cobertura: 10-30 Stipa tenuis, Hordeum euclaston. Stipa neaei Poa Ligularis	Estrato herbáceo: Dominantes: Acompañantes:		
						ייסאס פר גרמרוטסוסט	

UNIDAD DE VEGETACION	DESCRIPCION DE ESTRATOS	UBICACION GEOGRAFICA
	Dominantes: Stipa tenuis, Stipa neaei, Stipa speciosa y Plantago patagonica. Acompañantes: Stipa humilis, Schismus barbatus, Poa ligularis Vulpia megalura y Piptochaetium napostaense.	
	Estrato Arbustivo: Cobertura: 40% Subestrato 1 Dominantes: Chuquiraga avellanedae.	Nivel superior de meseta del centro-norte de la Península Valdés.
	Acompañantes: Brachyclados megalanthus. Subestrato 2 Dominantes: Condalia microphylla, Prosopidastrum globosum.	
	0	
	Estrato Arbustivo: Cobertura: 20% Altura: 50–100 cm. Dominantes: Schinus polygamus, Lycium chilense. Estrato Herbáceo: Cobertura: 20% Altura: 5–20 cm. Dominantes: Stipa tenuis, Stipa neaei, Stipa speciosa,	. Costa este de Península Valdés sobre Caleta Valdés.
	Stipa humilis. Acompañantes: Poa ligularis, Plantago patagonica.	
	Estrato Arbustivo Cobertura: 30–35% Altura: 70–120 cm. Dominantes: Chuquiraga avellanedae, Mulinum spinosum Acompañantes: Lycium chilense, Condalia microphylla.	. Istmo C. Ameghino sobre la Costa del Golfo de San José.
	Estrato Subarbustivo: Cobertura: 10—15% Altura: 10 cm. Dominantes: Gutierrezia solbrigii Acompañantes: Acantholippia seriphioides.	
	Estrato Herbáceo: Cobertura: 10—20% Altura 10 cm. Dominantes: Stipa tenuis, Stipa humilis, Stipa speciosa y Poa lanuginosa. Acompañantes: Bromus unioloides, Schismus barbatus.	
	Estrato Arbustivo: Cobertura: 35% Subestrato 1 Dominantes: Mulinum spinosum, Senecio filaginoides. Subestrato 2 Dominantes: Lycium chilense, Schinus polygamus.	Médanos costeros del Golfo de San José y Golfo Nuevo.
-		

En áreas costeras del Golfo San José y del Golfo Nuevo	60 cm.	Altura: Altura:	Estrato Arbustivo: Cobertura: 30–50% Subestrato 1 Dominantes: Chuquiraga avellanedae. Subestrato 2	15. Estepa Arbustiva de Cyclolepis genistoides, Chuquiraga avellanedae y Atriplex lampa. Este Sub
	20 cm.	Altura:	Estrato Herbáceo: Cobertura: 1% Dominantes: Stipa tenuis, Schismus barbatus.	Esti Dor
	20 cm.	Altura:	Estrato Subarbustivo: Cobertura: 4% Dominantes: Nassauvia fuegiana. Acompañantes: Baccharis darwinii.	Est Dor Acc
	120 cm.	Altura:	Condalia microphylla, Larrea divarice es: Schinus polygamus.	Nassauvia fuegiana Sub Número de estratos: 3 Dor Cobertura total: 35 % Acc
Faja costera del Istmo Carlos Ameghino sobre el Golfo San José, en los flancos de meseta	60 cm.	Altura:	Estrato Arbustivo: Cobertura: 30% Subestrato 1 Dominantes: Chuquiraga avellanedae.	edae
	5–10 cm.	Altura:	Estrato Herbáceo: Cobertura: 15–20% Dominantes: Stipa tenuis, Piptochaetium napostaense, Stipa speciosa, Stipa humilis. Acompañantes: Stipa neaei, Poa ligularis, Daucus pusillus, Schismus barbatus, Bromus unioloides.	Estr Dor Acc
	5—10 cm.	Altura:	Estrato Subarbustivo Cobertura: 5% Dominantes: Hoffmanseggia trifoliata, Baccharis darwinii. Acompañantes: Perezia recurvata, Tetraglochin caespitosum, Acantholippia seriphioides.	Estr Dor Acc
Istmo Carlos Ameghino, mesetas al E y NE del Gran Salitral y en el nivel superior de meseta de Punta Buenos Aires.	100-180 cm.	Altura:	megalanthus. Subestrato 2 Dominantes: Chuquiraga hystrix, Lycium chilense. Acompañantes: Schinus polygamus, Condalia microphylla.	Número de estratos: 3 Cobertura total: 60–80% Dor
En las depresiones de la Salina Grande y del Gran Salitral y en el nivel superior de meseta del	50—60 cm.	Altura:	Estrato Arbustivo: Cobertura: 50% Subestrato 1 Dominantes: Chuquiraga avellanedae, Brachy clados	.e
	30 cm.	Altura: 30 cm.	Estrato Herbáceo: Cobertura: 5% Dominantes: Sporobolus rigens, Poa lanuginosa. Acompañantes: Stipa neaei, Stipa humilis, Schismus barbatus.	Estr Don Aco
	30 cm.	Altura:	Estrato Subarbustivo: Cobertura: 10% Dominantes: Baccharis darwinii, Baccharis divaricata.	Estr
UBICACION GEOGRAFICA			DESCRIPCION DE ESTRATOS	UNIDAD DE VEGETACION

To A second

Número de Catratea, 3 Cobertura total: 5580% E	Duminantes: Cyclolepis genistoides. Estrato Subarbustivo: Cobertura: 10–20% Dominantes: Acantholippia seriphioides, Baccharis darwinii. Accmpañantes: Hoffmanseggia trifoliata, Gutierrezia sp.	Altura: 5–10 cm.	
w D	Estrato Herbáceo: Cobertura: 10–20% Dominantes: Stipa speciosa, Stipa humilis y Stipa neaei.	Altura: 10 cm.	
	Estrato Arbustivo: Cobertura: 30–40%		Flancos de meseta con pendiente
Chuquiraga aveilanedae S Cyclolepis genistoides y D Chuquiraga hystrix.	Subestrato 1 Dominantes: Chuquiraga avellanedae, Mulinum spinosum.		
	Chuquiraga hystrix, Cyclolepis genistoides.	Altura: 80–100 cm.	
Cobertura total: 40–60% E	Estrato subarbustivo: Cobertura: 5% Dominantes: Acantholippia seriphioides, Perezia recurvata.	Altura: 5–10 cm.	
m D d	Estrato Herbáceo: Cobertura: 5% Dominantes: Stipa humilis, Stipa neaei, Stipa tenuis. Acompañantes: Stipa speciosa, Schismus barbatus.	Altura 5–10 cm.	
	Estrato Arbustivo: Cobertura: 40%	Altura: 50-60 cm	Heteroche for a cohest
Chuquiraga avellanedae y Schinus polygamus.	uquiraga avellanedae.		la meseta que vierte al Golfo
Número de estratos: 3 Cobertura total: 40–50%	Schinus polygamus, Condalia microphylla y Prosopidastrum globosum.	Altura: 100–200 cm.	n.
	Estrato Subarbustivo: Cobertura: 1–5% Dominantes: Acantholippia seriphioides, Boopis anthemoides. Acompañantes: Hoffmanseggia trifoliata, Perezia recurvata.	Altura: 5–10 cm.	
	tus.	Altura: 5–10 cm.	-

Cot	18. Este Chu Pros	DNIDA
Número de Estratos: 3 Cobertura total: 50–60 %	Estepa arbustiva de Larrea divaricata, Chuquiraga avellanedae y Prosopidastrum globosum	UNIDAD DE VEGETACION
Subestrato 2 Dominantes: Larre: Accompañantes: Cond: Estrato Subarbustivo: Dominantes: Bacch Accompañantes: Acan: Estrato Herbáceo: Dominantes: Stipa	Estrato Arbustivo: Subestrato 1 Dominantes: Ch	
Subestrato 2 Dominantes: Larrea divaricata, Prosopidastrum globosum. Accompañantes: Condalia microphylla, Verbena aff. alatocarpa. Estrato Subarbustivo: Cobertura: 5-10% Dominantes: Baccharis darwinii, Gutierrezia solbrigii. Accompañantes: Acantholippia seriphioides, Hoffmanseggia trifoliata. Estrato Herbáceo: Cobertura: 5% Dominantes: Stipa tenuis, Stipa humilis, Stipa neaei.	o: Cobert Chuquiraga avellanedae, megalanthus.	DE
Prosopidastrum ç vylla, Verbena aff. Cobertura: ii, Gutierrezia solk iphioides, Hoffm. Cobertura: a humilis, Stipa n	Brachyo	DESCRIPCION DE
globosum. alatocarpa. 5-10% brigii. anseggia trifoliata 5% eaei.	50-60%	ESTRATOS
	Altura:	
Altura: 100–120 cm. Altura: 5–10 cm.	50–60 cm.	
	Costa norte del Golfo Nuevo, sobre flancos de la meseta.	UBICACION GEOGRAFICA

LEYENDA DE FIGURAS

- FIGURA 1: Procedimiento seguido para la definición, delimitación y cartografía de las unidades de vegetación de la Península Valdés y sus cercanías.
- FIGURA 2: Distribución espacial de los censos de Península Valdés y sus cercanas en el plano definido por la primera y segunda componente principal de la matriz de correlaciones binarias entre ellos. Los puntos identifican cada censo. Los polígonos agrupan los censos en unidades de vegetación, según el criterio de similitud de Sörensen mayor del 50%

Las unidades definidas son:

- Estepa herbácea de Sporobolus rigens y Stipa tenuis.
- Estepa herbácea de Piptochaetium napostaense, Stipa tenuis y Plantago patagonica.
- Estepa herbácea de Stipa tenuis y Stipa longiglumis con arbustos de Chuguiraga avellanedae.
- Estepa arbustiva-herbácea de Chuquiraga erinacea y Stipa tenuis.
- Estepa arbustiva herbácea de Chuquiraga avellanedae y Stipa tenuis.
- 6. Estepa subarbustiva de Hyalis argentea.
- Estepa arbustiva de Condalia microphylla y Lycium spp.

- Estepa arbustiva de Chuquiraga avellanedae y Chuquiraga erinacea.
- Estepa arbustiva de Chuquiraga avellanedae y Condalia microphylla.
- Estepa arbustiva de Schinus polygamus y Licium chilense.
- 11. Estepa arbustiva de Chuquiraga avellanedae y Mulinum spinosum.
- Estepa arbustiva de Senecio filaginoides y Mulinum spinosum.
- Estepa arbustiva de Chuquiraga hystrix
 Chuquiraga avellanedae.
- Estepa arbustiva de Chuquiraga avellanedae, Larrea divaricata y Nassauvia fuegiana.
- Estepa arbustiva de Cyclolepis genistoides, Chuquiraga avellanedae y Atriplex lampa.
- Estepa arbustiva de Chuqui: aga avellanedae, Cyclolepis genistoides y Chuquiraga hystrix.
- Estepa arbustiva de Chuquiraga avellanedae y Schinus polygamus.
- Estepa arbustiva de Larrea divaricata, Chuquiraga avellanedae, y Prosopidastrum globosum.
- FIGURA 3: Mapa escala 1: 250.000 de las unidades de vegetación de la Península Valdés.

6. BIBLIOGRAFIA

BARROS, V.R., B. SCIAN y F. MATIO. 1978. Campos de precipitaciones de la Provincia del Chubut (*Período 1931-1960*). En prensa Revista Geoactas. Buenos Aires.

BELTRAMONE, C.A. 1980. Rasgos fisiográficos de la Península Valdés. En Prensa. OEA — CONICET — INTA.

BRAUN BLANQUET, J. 1950. Sociología Vegetal. Estudio de las Comunidades. Buenos Aires, Acmé Agency 44 p.

CABRERA, A.L. 1953a. Esquema fitogeográfico de la República Argentina. Revista del Museo de La Plata (Nueva Serie) 8:87-168.

CABRERA, A. L. 1953b. Manual de la flora de los alrededores de Buenos Aires, Acmé, Agency Buenos Aires.

KUCHLER, A.W. 1967 Vegetation Mapping. The Ronald Press Company New York 472 pp.

LAWLEY, D.N. y A. E. MAXWELL, 1971. Factor analysis as a statistical method p: 7-23. London, Butterworths, 153 pp.

MUELLER DOMBOIS, D. y HEINZ ELLEMBERG. 1974. Aims and methods of vegetation ecology, John Wiley and Sons, New York, 570 pp.

ROSTAGNO, C.M. 1980. Reconocimiento de los suelos de Península Valdés e Istmo Ameghino - Chubut República Argentina. En prensa — OEA — CONICET — INTA.

SEAL, H. 1964 Multivariate statistical analysis for biologist. Cap. 6 — Methuen and Co. Lt., London, 209 pp.

SOKAL, R.R. y ROHLF. 1969. Biometry. p: 386-387. H. Freeman and Co. San Francisco, 776 pp.

SORIANO, A. 1956. Los Distritos florísticos de la Provincia Patagónica R.I.A. X.(4): 323-347.

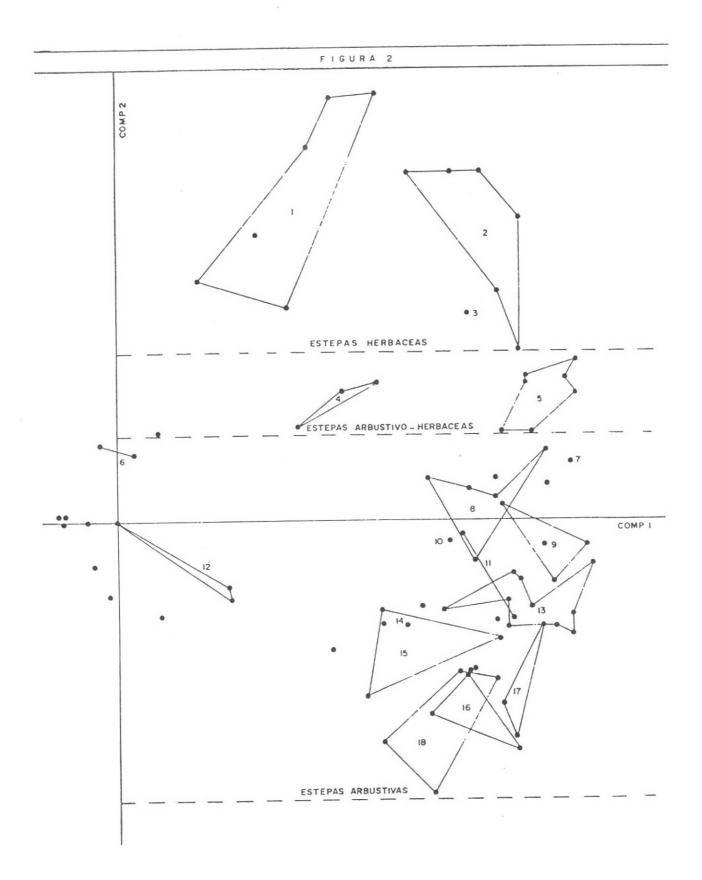
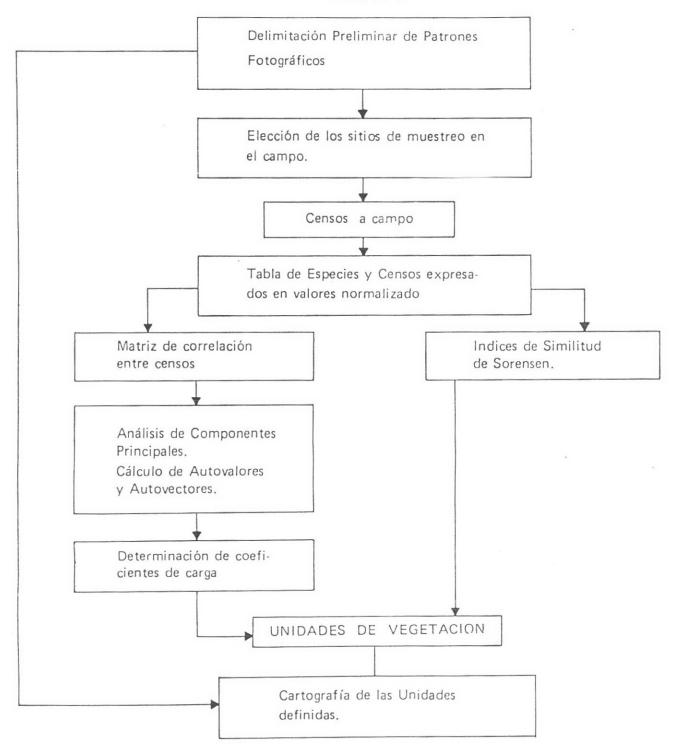


FIGURA 1



ENUMERACION SISTEMATICA DE LAS ESPECIES ENCONTRADAS EN LA PENINSULA VALDES Y SUS CERCANIAS

EPHEDRACEAE

Ephedra ochreata Miers.

JUNCAGINACEAE

Triglochin concinna Davy.

GRAMINEAE

Aristida sp.

Bromus unioloides H.B.K.

Distichlis scoparia (Kunth.) Arech.

Distichlis spicata (L.)

Elymus erianthus Phil.

Hordeum comosum Presl.

Hordeum euclaston Steudel.

Hordeum murinum L.

Koeleria mendocinensis (Hauman.) Calderon.

Melica sp.

Panicum urvilleanum Kunth.

Piptochaetium napostaense (Speg.) Hackel, ap. Stuckert.

Poa lanuginosa Poiret. ap Lamarck.

Poa ligularis Nees, ap Steudel

Polypogon monspeliensis. (L.) Desf.

Schismus barbatus (L.) Thellung.

Spartina sp.

Sporobulus rigens (Trin.) Desv.

Stipa ambigua Speg.

Stipa chrysophylla Desvaux.

Stipa humilis Vahl.

Stipa longiglumis Phil.

Stipa neaei Nees.

Stipa speciosa Trin. et Rupr

Stipa tenuis Phil.

Vulpia megalura (Nuttball.) Rydbergs.

CYPERACEAE

Cyperus sp.

JUNCACEAE

Juncus sp.

AMARYLLIDACEAE

Rhodophiala eiwesii. (C. H. Wright.) Traub.

IRIDACEAE

Sisyrinchium sp.

OLACEAE

Menodora robusta

SANTALACEAE

Ariona tuberosa Cav.

POLIGONACEAE

Poligonum brasiliense Koch.

CHENOPODIACEAE

Atriplex lampa Gill, ex Moquin.

Atriplex sagittifolium Speg.

Chenopodium ambrosoides.

Salicornia ambigua Mich.

Suaeda argentinensis Soriano.

Suaeda sp.

NICTAGINACEAE

Bougainvillea spinosa (Cav.) Hermerl.

AIZOACEAE

Mesembriantemum sp.

CARYOPHYLLACEAE

Cerastium arvense L.

Paronychia chilensis D.C.

Spergularia sp.

MONIMIACEAE

Monimia sp.

CAPARIDACEAE

Atamisquea emarginata Miers. ex Hook. et Arn.

CRUCIFERAE

Draba sp.

Lepidium sp.

ROSACEAE

Tetraglochin caespitosum

Tetraglochin ameghinoi Speg.

LEGUMINOSAE

Adesmia candida Hook. f.

Adesmia af. acuta Burk.

Anarthrophyllum rigidum (Gill ex H. et A.) Hieron.

Hoffmanseggia trifoliata Cav.

Prosopidastrum globosum (Gill. ex Hook. et Arn.) Burk.

Prosopis alpataco Phil.

Prosopis denudans Benth.

Vicia pampicola Burk. var. burkartii Giang.

GERANIACEAE

Erodium cicutarium (L.) L'Herit. ex Ait.

ZYGOPHYLLACEAE

Larrea divaricata Cav.

Larrea nitida Cav.

EUPHORBIACEAE

Euphorbia portulacoides L. em Spreng.

Euphorbia serpens H.B.K.

ANACARDIACEAE

Schinus polygamus. (Cav.) Cabr.

RHAMNACEAE

Condalia microphylla Speg.

Discaria americana

MALVACEAE

Lecanophora sp.

Sida leprosa (Ort.) K. Schum.

FRANKENIACEAE

Frankenia patagonica Speg.

Frankenia pulverulenta L.

LOASACEAE

Loasa bergii Hier.

OENOTHERACEAE

Camissonia dentata (Cav.) Reiche.

Oenothera campylocalix Rock, et Bonché.

UMBELLIFERAE

Daucus pusillus Michx.

Eryngium chubutense Neger. ex Dusén.

Mulinum spinosum (Cav.) Pers.

PLUMBAGINACEAE

Limonium brasiliensis (Boiss.) O. Kuntze.

ASCLEPIADACEAE

Aphanostelma candolleanum (Hook, et Arn.) Malme.

CONVOLVULACEAE

Dichondra repens. Forst.

POLEMONIACEAE

· Gilia spp.

BORRAGINACEAE

Amsinckia calycina (Moris.) Chater.

Lappula redowskii (Horn.) Greene, var desertorum (Greene.)

Pectocarya linearis (R. et P.) D.C. var. ferocula Johnst

VERBENACEAE

Acantholippia scriphioides (A. Gray.) Mold.

Glandularia aurantiaca Speg.

Verbena af, alatocarpa Tronc.

LABIATAE

Marrubium sp.

SOLANACEAE

Fabiana sp.

Lycium ameghinoi Speg.

Lycium chilense Miers, ex Bertero.

Lycium af. gilliesianum Miers.

Lycium tenuispinosum Miers.

PLANTAGINACEAE

Plantago myosorus Lam.

Plantago patagonica Jacq.

RUBIACEAE

Relbunium richardianum (Gill. ex Hook. et Arn.) Hicken.

CALYCERACEAE

Boopis anthemoides Juss.

COMPOSITAE

Aster haplopappus (Remy.) O. Kuntze.

Baccharis crispa Sprengel.

Baccharis darwinii Hook, et Arn.

Baccharis divaricata Hauman.

Baccharis gilliesii A. Gray

Baccharis melanopotamica Speg.

Baccharis triangularis Hauman. Brachyclados megalanthus Speg.

Chuquiraga aurea Skottsberg.

Chuquiraga avellanedae Loretz.

Chuquiraga erinacea Don. Chuquiraga hystrix Don.

Cyclolepis genistoides Don.

Gamochaeta sp.

Grindelia chiloensis (Corn.) Cabrera.

Gutierrezia solbrigii Cabrera.

Hyalis argentea Don. ex Hook, et Arn.

Hypochoeris sp.

Hysterionica jasionoides Willdenow.

Nassauvia fuegiana (Speg.) Cabrera.

Nassauvia ulicina (Hook. f.) Macloskie, in Scott.

Perezia recurvata (Vahl) Lessing ssp. recurvata

Psila spartioides (Hook, et Arn.) Cabrera.

Psila tenella (Hook, et Arn.) Cabrera.

Senecio chrysocomoides Hook. et Arn.

Senecio filaginoides D.C.

Sonchus asper (L.) Hill.

RESUMEN:

El presente trabajo forma parte de un relevamiento integrado de vegetación, suelos, geología, geomorfología y clima de la Pcia. del Chubut, (República Argentina); que se lleva a cabo dentro del marco del Proyecto de Ecología y Desarrollo regional de Zonas Aridas y Semiáridas (OEA, CONICET, INTA).

En el mismo se describen las unidades de vegetación de la Península Valdés y sus alrededores de acuerdo a sus caracteres florístico-fisonómicos y se presenta un mapa escala 1: 250.000 de las mismas.

La zona de estudio se ubica al NE de la Provincia del Chubut (República Argentina) entre los paralelos 42º05' y 42º 53' LS y los meridianos 63º35' y 65º04' LW, y posee una superficie de aproximadamente 4000 Km.2.

La metodología de trabajo seguida consistió en la observación de pares estereoscópicos escala 1:60.000 donde se realizó la delimitación preliminar de los distintos patrones fotográficos. Posteriormente se eligieron sobre los mismos los sitios de muestreo a campo. En dichos sitios se realizaron durante Diciembre de 1977, Enero de 1978 y Diciembre de 1978, 90 censos de lista florística completa y abundancia cobertura por especie.

Se utilizaron como criterio de ordenamiento los coeficientes de carga del total de los censos respecto de la 1ra. y 2da. componente principal que despejan el 42.6% de la varianza total, y los índices de similitud de Sorensen entre todos los censos.

De esta manera se definieron tres tipos fisonómicos principales de vegetación: Estepas herbáceas, Estepas arbustivoherbáceas y Estepas arbustivas y sus respectivas unidades florístico-fisonómicas.

Por último tomando como base el mapeo preliminar y las unidades de vegetación definidas se confeccionó el mapa de unidades de vegetación del área en estudio, escala 1:250.000, que se presenta.

1.-INTRODUCCION:

El presente trabajo forma parte de un relevamiento integrado de Vegetación, Suelos, Geología, Geomorfología y Clima de la Provincia del Chubut (REPUBLICA ARGENTINA); que se lleva a cabo dentro del marco del Proyecto de Ecología y Desarrollo Regional de Zonas Aridas y Semiáridas (O.E.A., C.O.N.I.C.E.T., I.N.T.A.). En este trabajo se detallan los resultados correspondientes al relevamiento de vegetación.

El objetivo es la delimitación, descripción y cartografía de las unidades de vegetación de la Península Valdés y sus alrededores.

La zona de estudio se ubica al NE de la Pcia. del Chubut entre los paralelos 42°05' y 42°53' LS y los meridianos 63°35' y 65°04' LW; abarcando la Península Valdés, el Istmo Carlos Ameghino y una angosta faja costera que va desde el Istmo mencionado hasta la localidad de Puerto Madryn, bordeando el Golfo Nuevo.

La superficie del área de estudio es de aproximadamente 4000 Km². Topográficamente la Península Valdés y el Istmo Carlos Ameghino corresponden a una amplia meseta con suaves o bruscas vertientes hacia el mar.

La Península Valdés se encuentra surcada al Sur por dos fajas medanosas y en el centro de la misma se encuentran dos depresiones en el fondo de las cuales hay dos salinas, la Salina Grande y la Salina Chica ubicadas a -40 y -11 m.s.n.m. respectivamente. Al Norte de la misma se localiza otra depresión de menor importancia, el Gran Salitral, a -5 m.s.n.m.

El área de estudio posee una precipitación media anual de 175 mm. en la zona costera que bordea el Golfo Nuevo y en el resto del área (Península Valdés e Istmo Carlos Ameghino) oscila entre los 200 y 225 mm.

Las mayores precipitaciones se registran en los meses de abril, mayo y junio (Barros et al 1978).

Un factor limitante para el desarrollo de esta región es la escasez de agua apta para el consumo humano y animal. Solamente en la región medanosa sur y en las vertientes naturales de las depresiones de las Salinas es posible encontrar agua apta para consumo, riego, etc.

En el resto de la región hay zonas donde no se han detectado capas acuíferas, tales como el Istmo C. Ameghino y otras como Puerto Madryn donde solamente hay agua salobre.

La vegetación constituye el recurso mas importante de esta región, ya que sustenta la principal actividad del área que es la cría del ganado ovino. De allí que el conocimiento detallado de la estructura y función de la vegetación de estas áreas de pastoreo es un elemento clave para el correcto aprovechamiento de las mismas y para evitar su deterioro. El primer paso para este estudio detallado, es la delimitación, descripción y cartografía de las unidades de vegetación presentes en el área, objetivo del presente trabajo.

Otra actividad en la región es el turismo y puede citarse como de menor importancia la extracción de sal de mesa.

Fitogeográficamente la vegetación de la región en estudio ha sido definida como Provincia Patagónica; subdistrito Chubutense (Soriano, 1956) en lo que respecta al Istmo C. Ameghino y a la Península Valdés y como Provincia del Monte (Cabrera, 1953), la faja costera que bordea el Golfo Nuevo.

Dentro del área en estudio se pueden mencionar como tipos de vegetación dominantes las Estepas de (Chuquiraga avellanedae, que se encuentran en las áreas de meseta del Istmo C. Ameghino y de la Península Valdés; las Estepas de Chuquiraga hystrix que se observan en las depresiones de la Península Valdés y en áreas costeras; las Estepas de Chuquiraga erinacea que se encuentran en áreas costeras al NE de la P. Valdés; las Estepas de Larrea divaricata, en la faja costera del Golfo Nuevo y los pastizales de Sporobolus rigens y Stipa tenuis que se observan al sur de la Península Valdés.

2.-MATERIALES Y METODOS

En la figura 1 se esquematiza el procedimiento seguido para la definición, delimitación y cartografía de las unidades de vegetación de la Península Valdés y sus alrededores.

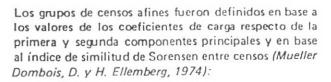
El trabajo comenzó con la observación de fotos aéreas escala 1:60.000. En ellas se delimitaron los distintos patrones fotográficos sobre la base de diferencias de tono, diseño, textura, color, etc.

Esta observación preliminar se utilizó como base para la ubicación y decisión de la cantidad de muestreos a relevar en el campo. El criterio seguido fué que cada patrón fotográfico quedara representado por lo menos por dos sitios de muestreo. Se eligieron 90 sitios donde se realizaron censos fisonómicos-florísticos del tipo indicado en la Tabla I. El tamaño de los sitios fué de 10.000 m².

La información recogida mediante los censos fué ordenada en una tabla o matriz de n=125 especies por k = 90 censos; cada casilla de la tabla, que no se transcribe en el presente trabajo, corresponde a un valor de abundancia-cobertura de una especie en un censo. Cada valor de la tabla fué transformado, a fin de normalizar su distribución, mediante la siguiente fórmula:

(Sokal, 1969)

Con esta tabla de valores transformados se calculó: la matriz de correlaciones binarias entre todos los censos realizados, los autovalores y autovectores (componentes principales) de esta matriz (Seal, H. 1964) y los coeficientes de carga (Lawley, D. y Maxwell A.E., 1971).



donde: C. Nro. de especies comunes entre dos censos.

A: Total de especies presentes en el censo A.

B: Total de especies presentes en el censo B.

Una vez que los censos fueron ordenados en el plano de acuerdo a sus coeficientes de carga con respecto a la primera y segunda componentes principales, se delimitaron las unidades de vegetación tomando en cuenta este ordenamiento y el criterio de similitud de Sorensen. Dos censos se agruparon en una misma unidad cuando su similitud es mayor de 50%

Sobre la base de los grupos de censos afines y la delimitación preliminar de patrones fotográficos, se realizó la cartografía de las unidades de vegetación del área en estudio, escala 1:250.000, siguiendo para su representación en el mapa, el método ecológico de Gaussen (Küchler, 1967): cada color en el mapa está asociado a un grado de humedad, variando desde el verde en las zonas más húmedas hasta el anaranjado en las zonas más secas.

3.-RESULTADOS

El análisis de componentes principales consiste en transformar mediante una rotación rígida de ejes, las k variables (censos) correlacionadas entre sí en nuevas variables, de forma tal que la covarianza entre ellos sea nula. De esta manera las nuevas variables no correlacionadas (componentes principales) quedan ordenadas en forma tal que la primera de ellas despeja el máximo posible de la varianza de la distribución multivariada de las variables primitivas, la segunda el máximo residual y así sucesivamente.

Cada una de las nuevas variables es una combinación lineal de las primitivas.

Generalmente, mediante las dos o tres primeras componentes principales se pueden explicar las propiedades más características de la distribución espacial de los censos lo que permite su ordenamiento objetivo.

El análisis de los coeficientes de carga (producto de cada componente principal por la raíz cuadrada del autovalor correspondiente) de la matriz de nxn correlaciones binarias entre censos fué utilizado en el presente trabajo, como criterio de ordenamiento de los censos en unidades de vegetación.

Fueron considerados solamente los coeficientes de carga respecto de las dos primeras componentes principales, que despejan el 41.6% de la varianza total. Esta fracción de la varianza total explicada es suficientemente alta como para permitir un ordenamiento claro y preciso de la mayor parte de los censos considerados. En la figura 2 puede observarse la distribución de los censos en el plano de lasdos primeras componentes principales de la matriz de correlación entre ellos.

La distribución de los censos en relación a estos ordenadores permite diferenciar distintas unidades de vegetación.

La segunda componente principal separa claramente tres grupos de unidades de vegetación, que son, en órden de menor a mayor coeficiente de carga: a) Estepas herbáceas (Coeficientes de carga $-0.77 \le C2 \ \angle -0.30$), b) Estepas arbustivo-herbáceas (Coeficientes de carga $-0.30 \le C2 \ \angle -0.15$) y Estepas arbustivas (Coeficientes de carga $-0.15 \le C2 \ \angle -0.48$)

El significado ecológico de esta componente principal es probablemente compuesto por un gradiente de humedad en el suelo, textura, etc., que determinan una gradación de aridez.

Los coeficientes de carga respecto de la primera componente principal ordenan los censos dentro de cada tipo fisonómico desde unidades con menor variedad específica (Nro. $\langle 9 \rangle = 0.10 \, \text{Le} \, \text{C} \, \text{Le} \, \text{O} \, \text{.} \, \, \text{O} \, \text{Le} \, \text{Ce} \, \text{Le} \, \text{Le} \, \text{O} \, \text{Le} \, \text{Ce} \, \text{Le} \, \text{Ce}$

El ordenamiento en el sentido de esta primera componente principal coincide también con una graduación en la biomasa y cobertura total de la vegetación.

La tabla II muestra las características más importantes de las unidades en cuanto a especies que las representan, porcentaje de cobertura, número de estratos, ubicación, etc.

En la Figura 3 puede observarse la localización geográfica de las unidades definidas. Las unidades de vegetación se representaron mediante dos tipos distintos de símbolos: color y trama superpuesta. El color se refiere a la condición de humedad de cada unidad de vegetación. Este varía desde el verde oscuro en las Estepas herbáceas de Sporobolus rigens y Stipa tenuis hasta el anaranjado que representa la Estepa arbustiva de Chuquiraga avellanedae y Condalia microphylla, las situaciones intermedias se simbolizan con verde claro o amarillo y representan las Estepas arbustivo-herbáceas de Chuquiraga erinacea o Chuquiraga avellanedae y Stipa tenuis. La trama superpuesta representa el tipo fisonómico. Los rayados indican las Estepas arbustivas y arbustivo-herbáceas y su densidad es proporcional a la cobertura total de la unidad. Los punteados representan las Estepas herbáceas y su densidad es proporcional a la cobertura total.

4.-CONCLUSIONES

Las unidades de vegetación definidas en este trabajo guardan estrecha relación con los Sistemas Fisiográficos

del área (Beltramone, 1980) y con las unidades edafológicas (Rostagno, 1980)

La metodología aplicada para el ordenamiento de los censos permite agruparlos en forma clara y objetiva.

Este ordenamiento permite además agrupar los censos según su complejidad e individualizar unidades ecotonales o de transición.

El método seguido es suficientemente expeditivo como para asegurar una representación adecuada de la variación de la vegetación en unidades de similitud de Sorensen mayor de 50%.

Dado que el cálculo de los valores principales se en-

cuentra generalmente en programas de rutina de centros de cómputo su utilización parece ser una alternativa práctica y de fácil acceso para la descripción de la vegetación de zonas áridas en forma eficiente y relativamente objetiva.

5.-AGRADECIMIENTOS:

Los autores agradecen al Licenciado Oscar Geffner por su colaboración en la elaboración y ejecución de los programas FORTRAN para el procesamiento de los datos.

La Ing. Agr. María C. Latour determinó parte del material de Gramíneas y la Dra. Maevia Correa supervisó la determinación del material de las familias restantes, a ambas nuestro agradecimiento.

TABLA I: PLANILLA UTILIZADA PARA LA RECOLECCION DE LOS DATOS DE CAMPO

OR: Beeskow – Bertiller OPOGRAFICA: Meseta Stipa tenuis	Altura en cm. 5-20 19% de composición H	2.2 Plantago Patagonica 2.1 Poa ligularis + Spergularia sp 2.1 Stipa tenuis 1.1 Vulpia sp. + Psila tenella 1.1 Stipa speciosa 1.1 Stipa longiglumis 1.2 Myosurus sp. + Stipa longiglumis 1.1 Schismus barbatus 1.2 Myosurus sp. 1.1 Daucus pusillus 1.1 Stipa neaei 1.1 Hordeum euclaston 2.1 Piptochaetium napostaense + Koeleria mendocinerisis + Stipa humilis + Grindelia chiloensis
FOTO No.: OBSERVADO Chervácha de Chuquiraga avellanedae. y	Altura en cm. 10 10% de composición C	2.2 Acantholippia seriphioides 1.1. Hoffmanseggia trifoliata 1.1 Paronychia chilensis 1.1 Baccharis darwinii +.2 Chuquiraga aurea +.2 Nassauvia fuegiana 2.1 Tetraglochin caespitosum + Perezia recurvata
FECHA: 6/X!!/78. LAND SYSTEM: M. (m eseta). LUGAR: Sitio 90. TIPO DE VEGETACION: Estepa arbustivo SUPERFICIE RELEVADA: 10,000 m². CONTACTO:	Altura en cm. 50 35% de composición B	3.1 Chuquiraga avellanedae 2.1 Prosopidastrum globosum 1.1 Lycium chilense + Brachyclados megalanthus + Ephedra ochreata + Schinus polygamus

Cada subestrato se representó con la letra correspondiente al estrato y un subíndice de 1 a n. El subíndice menor indica que se trata del subestrato de menor altura.

De cada estrato se indicó la altura aproximada, el porcentaje de cobertura total correspondiente al mismo y la lista floristica completa.

Para cada especie se aprecia la abundancia cobertura y la sociabilidad utilizando rangos similares a los usados por Braun Blanquet (1950).

(1) Estas categorias corresponden a las que se definen habitualmente con los mismos términos. (Ejemplo: Cabrera, 1953 b).

El término subarbusto alude a camefitas con desarrollo le-

o de vegetación corresponde al tipo fisonómico preen la unidad muestreada; para ello se utilizó una clave ómica confeccionada para la región (A. Anchorena –

acto se refiere al tipo de vegetación lindante con el sie observación.

estrato se individualizó con una letra de acuerdo a la abiológica dominante (1).

8 :ovitsud1A

Subarbustivo: C

Herbáceo:

ada estrato se diferenciaron subestratos.

ESTUDIO DE RELEVAMIENTO ECOLOGICO INTEGRADO

RECONOCIMIENTO DE LOS SUELOS DE

PENINSULA VALDES E ISTMO AMEGHINO - CHUBUT

REPUBLICA ARGENTINA

C. M. ROSTAGNO

PROGRAMA DE ECOLOGIA Y DESARROLLO REGIONAL DEZONAS ARIDAS Y SEMIARIDAS CONICETS—LINTA — OEA

1.- Naturaleza del Trabajo

El presente relevamiento forma parte de un inventario de los recursos: suelos - vegetación y geología de la zona árida de la Provincia del Chubut correspondiente al Proyecto de Ecología y Desarrollo Regional de Zonas Aridas y Semiáridas OEA INTA - CONICET.

La Península Valdés es el primer tramo relevado de la transecta que se extiende hacia el Oeste hasta el meridiano de 71 L.W. (que coincide aproximadamente con la isohieta de 400 mm.), entre los 42 ° 07° y los 42 ° 35° (aproximadamente 50 km. de ancho).

2.- Ubicación y Extensión

La Península Valdes está ubicada en el noreste de la Provincia del Chubut, entre los paralelos 42º 05° y 42° 53° de latitud Sur, y entre los meridianos de 63° 05 y 64°37° de longitud oeste, incluyendo al Istmo Ameghino que la une al continente.

La superficie del área relevada es de aproximadamente $4.000 \; \text{km}^2$.

3.- Población y Comunicaciones.

El único núcleo poblacional del área relevada lo constituye Puerto Pirámides, con un total de 150 habitantes, ubicado en la costa del Golfo Nuevo en el extremo oriental del istmo.

En el conjunto del área relevada se encuentran aproximadamente 50 explotaciones ganaderas.

Puerto Pirámides y el resto del área se comunican con Puerto Madryn y el resto del país a través de la ruta provincial Nro 2, que es el acceso hacia la ruta nacional Nro 3. Fig.1

4.- Producción

El total del área relevada está dedicada a la ganadería ovina (merino) para producción de lana.

Con una carga animal promedio de 1.500 ovinos / leguas², (un ovino: 1,66 Ha.) y con una superficie de 145 leguas, la dotación total para Península e Istmo sería de aproximadamente 220.000 ovinos.

Si tomamos como promedio de lana producida por

animal la cifra de 4,5 kg., la producción por año alcanzaría en el área relevada a 1.000.000 kgs.

En un número muy reducido que no reviste importancia económica regional, cabe mencionar la presencia de ganado vacuno en el sector sur.

5.- Geología y Geomorfología

El elemento geomorfológico sobresaliente del área relevada es la planicie mesetiforme interrumpida por un conjunto de depresiones cerradas, que le dan un carácter ondulado suave al paisaje.

Esta meseta, que se extiende varios kilómetros hacia el oeste y S.W. del área relevada, presenta una pendiente suave hacia el este, alcanzando las costas en acantilados que caen a pique al mar o a través de planicies costeras, allí donde el acantilado ha retrocedido por acción fluvial.

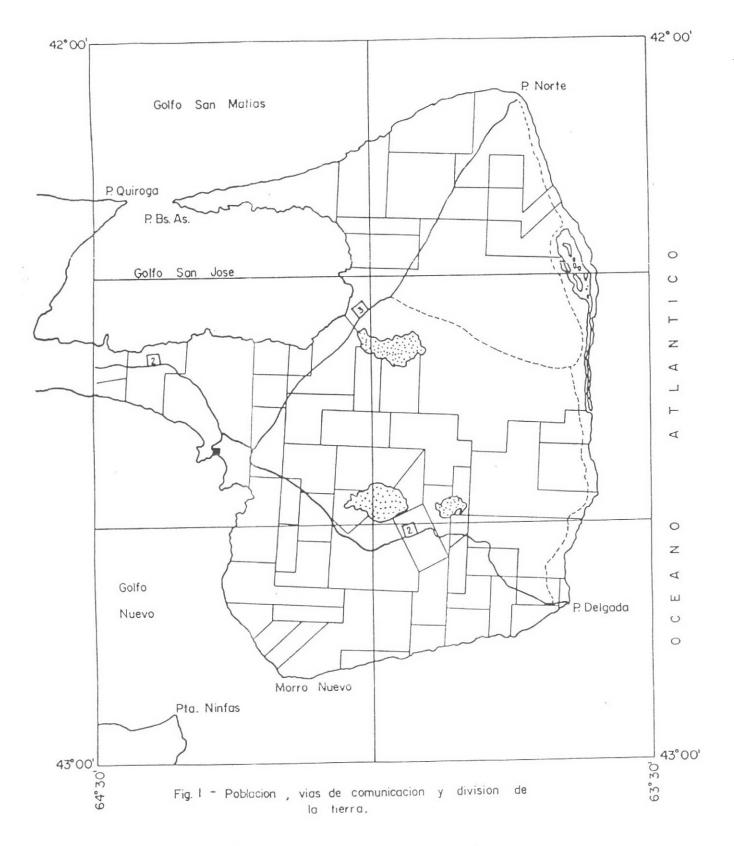
El conjunto de cuencas cerradas con fondos de laguna temporaria que se extiende sobre la meseta, se concentra en el área central, limitada al norte y al sur por dos depresiones que por su extensión y profundidad se destacan del conjunto: la depresión del Gran Salitral hacia el Norte y la de la Salina Grande - Salina Chica hacia el sur; ambas depresiones se extienden en una superficie de 300 km² alargadas en el sentido W-E.

Atendiendo a las bajas precipitaciones del área no se ha desarrollado una red de drenaje que encauce las aguas de escurrimiento hacia el mar, actuando el conjunto de depresiones como cuencas colectoras, formándose en sus fondos lagunas temporarias luego de las Iluvias.

Geológicamente la Península está formada por los sedimentos marinos del terciario: Patagoniense (oligoceno) y Entrerriense (mioceno); las tobas blanquecinas del primero afloran en la planicie costera y en las laderas de las depresiones; el Entrerriense formado por areniscas forman lomadas que bordean las depresiones y aflora en los bordes de la meseta.

Por encima de estos sedimentos se encuentra un manto de gravas (Rodados Patagónicos - Pleistoceno) que superan los 3 m. de espesor.

Este manto de rodados presenta una matriz cal-



Poblocion

Ruta provincial

____Camino secundario

cárea discontínua de un color blanquecino, el tamaño de los rodados que la componen varía de 2 - 6 cm., siendo más frecuentes los tamaños menores.

Este manto dè gravas falta en las laderas de las depresiones mayores y en las planicies costeras donde un manto aluvial asienta directamente sobre las areniscas terciarias.

Sobre este manto de rodados se encuentra una capa de materiales arenosos, fuertemente calcárea con abundantes gravas de la misma naturaleza que los del manto subyacente.

Estos materiales forman la matriz de la parte superior de los rodados y penetran en los mismos en forma de cuñas verticales y bandas horizontales, el espesor de los mismos varía de 60 a 120 cm.

La remoción por el viento de estos materiales ha dado origen a un microrelieve formado por las acumulaciones de arena asociada a los arbustos (túmulos); dejando en las áreas deflacionadas (partes cóncavas del microrelieve) una cubierta de rodados.

En el extremo sur de la Península y a partir de la costa Oeste un conjunto de médanos avanzan sobre la meseta originados en las arenas de playa principalmente.

Estos médanos se agrupan en colonias que en algunos casos llegan a formar frentes de 5 km.

De estos frentes de médanos vivos el que se ubica más apartado de la costa de donde tiene origen está a 40 km., no obstante el área afectada por las depositaciones eólicas se extiende más hacia el este, representada por un conjunto de médanos longitudinales fijos.

El esquema geomorfológico se completa con las planicies costeras, que bordean a la península y los cordones litorales que se ubican en el área de la Caleta Valdés, en el sector oriental del área relevada.

6.- Clima

El clima es uno de los factores activos en la formación de los suelos, su acción más directa es a través de las precipitaciones que determinan el grado de desarrollo de los mismos. Considerando el volúmen de las precipitaciones, el área relevada quedaría incluída dentro de las regiones áridas, para cuyo Iímite se usó la isohieta de 400 mm. Fig. 2.

Según el índice de Aridez Climático empleado

por la UNESCO para preparar el Mapa Mundial de la Desertificación, que por tratarse de la relación Precipitación tiene mayor significa-

Evapotranspiración do ecológico en la valoración de la escasez de agua que caracteriza a las regiones áridas y semiáridas, el área relevada quedaría comprendida entre los valores de aridez:

Dentro de estos valores se ubican las zonas semiáridas.

Para la zona de Península, tomando los datos de la Estación Meteorológica del Faro de Punta Delgada, los valores para las precipitaciones serían de 246 mm/año, y para la Evapotranspiración de 680 mm., teniendo para la relación:

$$\frac{P}{ETP} = \frac{246}{680} = 0.36$$

Considerando que el sector S.W. de Península donde está ubicada la estación meteorológica es el más húmedo, cabe esperar que este índice sea algo menor en el resto del área, (principalmente en la parte central, donde las precipitaciones son menores y las temperaturas medias algo superior), pero siempre mayor al valor límite de 0,20.

El caracter insular de la Península condiciona un balance hídrico más favorable que en las tierras que se extienden en la misma latitud hacia el oeste, tanto por el aumento en las lluvias como por la disminución en las temperaturas.

Este cambio queda reflejado en el aumento de la cobertura del suelo por un tapiz graminosos, que se extiende entre los arbustos o en las partes donde los suelos son más húmedos, (alta permeabilidad y baja salinidad), por el desarrollo de una estepa graminosa contínua, con muy escasos arbustos.

Para el área relevada, Papadakis clasifica el clima como patagónico semiárido.

Según la clasificación de Köppen correspondería a un clima seco de Estepa semiárida: B.S.K.

Temperatura

En la Figura 3 está graficada la marcha de las temperaturas medias anuales para Punta Delgada; dada la influencia marina la amplitud anual de la temperatura es moderada (10,6° C); por esta misma razón la temperatura media del mes más cálido con 17,4° C (2,5° C menor que para Puerto Madryn) se ubica aquí en febrero.

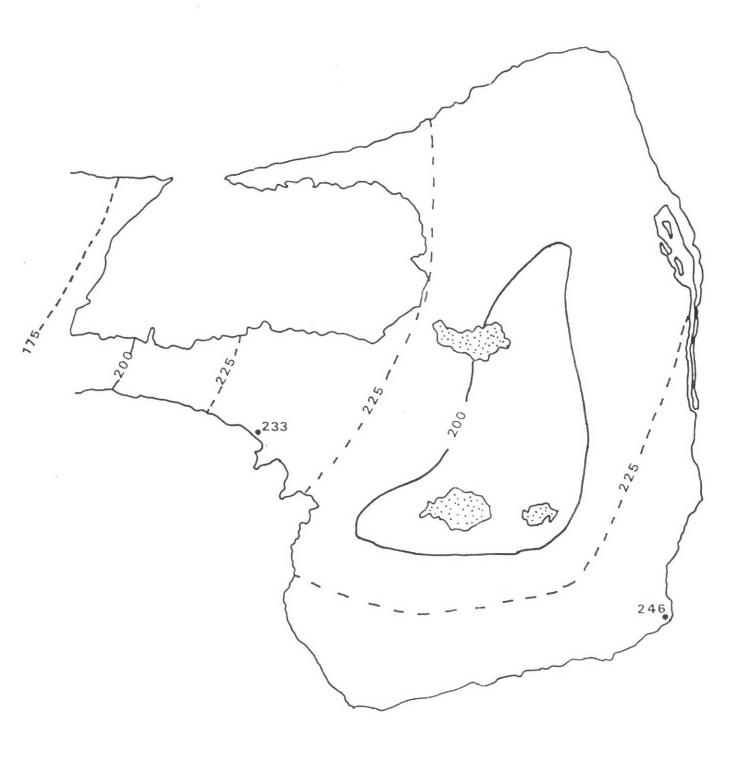


Fig.2 Precipitación Media Anual.Península Valdés.

Período 1931-1960

Para la misma estación el período libre de heladas es de 6 meses (de Octubre a Abril), para el restante semestre se registraron un total de 12,4 días al año con heladas, por lo que el invierno de la zona puede caracterizarse como benigno.

Para Estancia La Adela no se tienen datos, pero es de esperar temperaturas algo superiores que para Punta Delgada.

Precipitaciones

En la Figura 4 está graficada la distribución anual de las precipitaciones para la Estación Punta Delgada. Según puede apreciarse en la distribución anual de las Iluvias, en los meses de invierno se registra el mayor volúmen de las mismas (régimen mediterráneo degradado) produciéndose una disminución notable en los meses cálidos.

Así para el trimestre Dic - Ene - Feb - el promedio de las Iluvias es de 34,8 mm., lo que representa un 13,9 % del total anual; para ese mismo trimestre la ETP (Thornthwaite) es de 275 mm., esto es el 40 % del total; el déficit de agua para el trimestre sería de 240 mm., lo que representa más del 50 % del déficit anual.

En la Figura 5 se grafica la distribución mensual de las lluvias para Estancia La Adela, ubicada sobre la costa del Golfo Nuevo en el extremo este del Istmo Ameghino. Aquí la distribución es más uniforme, si bien se mantiene el mayor volúmen para los meses de invierno.

Un carácter importante de las precipitaciones es su variación interanual; para la Estancia La Adela se tiene que con un promedio anual de 233 mm., se ha registrado un total máximo de 457 mm. para el año 1957 y un mínimo de 94 mm. para el año 1945; esta variación tiene importancia por cuanto relacionada a ella se produce un camblo en el volúmen de forraje producido a través del año, y si se considera que la carga animal se mantiene estable la presión de pastoreo se vería incrementada grandemente en estos años secos intensificando los procesos de desertización.

Balance hídrico:

En la Figura 6 están representadas gráficamente la distribución anual de las precipitaciones y la evapotranspiración (Thornthwaite) para Punta Delgada.

Del gráfico surge que 11 meses del año presentan déficit de agua, siendo solamente en julio donde el volúmen de las precipitaciones supera la ETP (mes húmedo), para los 11 meses restantes tenemos que 6 meses son secos

(P (ETP) (Octubre, Noviembre, Diciembre,

Enero, Febrero y Marzo); y 5 meses son no-secos (ETP < P < ETP) (Abril, Mayo, Junio,

Agosto y Setiembre). (Papadakis 1974).

El déficit de agua anual para Punta Delgada alcanza los 434 mm.; para Estancia "La Adela", de donde sólo se tienen datos de lluvias, es de esperar un déficit un po∞ mayor.

Viento

Otro elemento del clima a considerar, de gran importancia regional es el viento. Dada las altas frecuencias de días con vientos y la intensidad con que soplan, el carácter erosivo y desecante de los mismos es importante.

Del área relevada se tienen datos solamente de la Estación de Punta Delgada, los cuales pueden no ser muy representativos para el resto del área

La acción del viento en el área relevada puede apreciarse a través del conjunto de médanos que desde la costa S.W. avanzan hacia el este; de ello puede deducirse una mayor frecuencia de los vientos del sector W. o mayor frecuencia de vientos intensos en este sector.

Según las estadísticas, para la Estación Punta Delgada (30 años) la distribución de las frecuencias de las direcciones, sería la representada en la Figura 7.

Se destaca la neta predominancia de los vientos del sector N. sobre el resto; las velocidades promedios varían de 14 a 20 km/hora, de donde puede inferirse que a través de todo el año los vientos tienen velocidad suficiente para producir acarreo de arenas; en estos promedios quedan ocultos los vientos que soplan a velocidades superiores a los 60 - 80 Km/hora, que en el área son muy frecuentes, predominando aquí los del sector oeste.

La presencia de barcanes en los frentes de médanos vivos caracteriza un régimen de vientos fuertes más o menos constantes del sector oeste; la acción de los vientos del norte y del sur pueden apreciarse en la formación de pequeñas lenguas laterales de arena a partir de estos médanos o de formación de médanos longitudinales

Para la Estación de Puerto Madryn, ubicada en la misma latitud de Punta Delgada y a 60 km. de la costa W. de Península de donde se originan la mayoría de los médanos, tenemos la siquiente distribución de frecuencia de direccio-

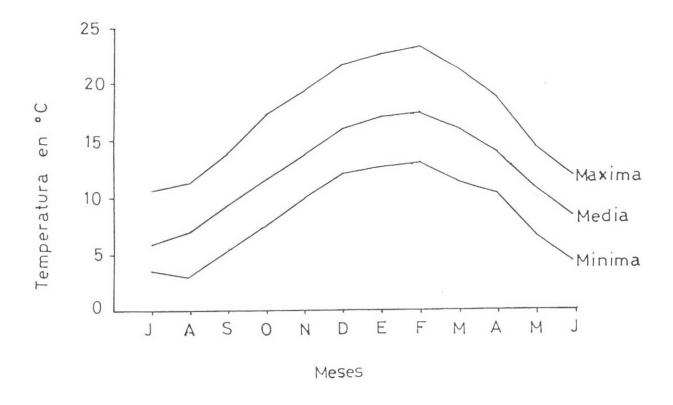


Fig.3 Evalución de las temperaturas medias. Estación Faro Punta Delgada.

Temperatura media anual: 12°2 C

Temperatura máxima media: 17°3 C

Temperatura mínima media: 8°4 C

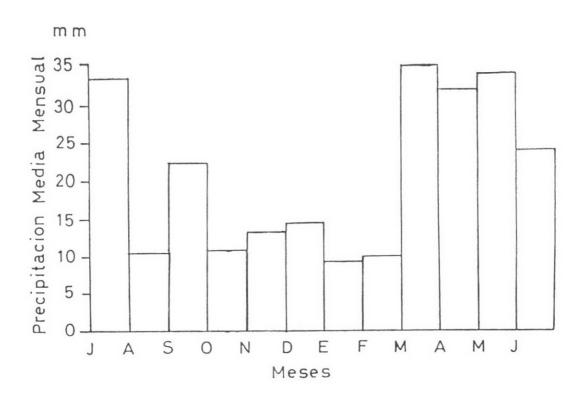


Fig. 4 Distribución mensual de las Iluvias. Est. Punta Delgada.

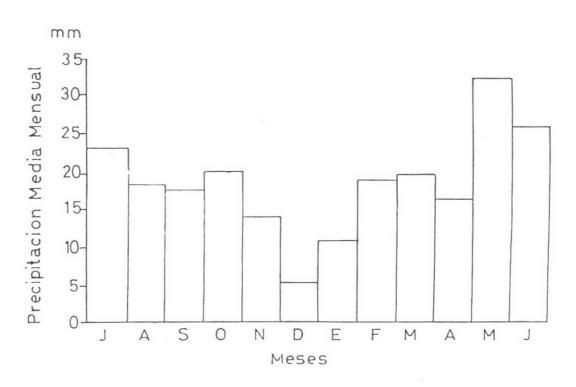


Fig.5 Distribución mensual de las Iluvias. Ea. La Adela.

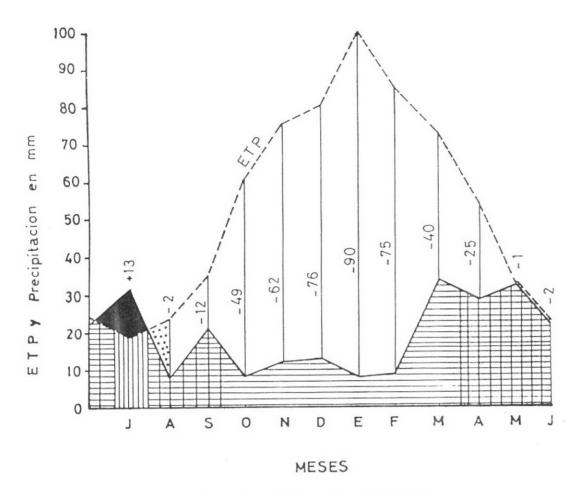


Fig.6 Balance Nídrico. Estación Faro Punta Delgada.



P < ETP/2 Oct. Nov. Dic. Ene. Feb. Mar.

Meses Secos:

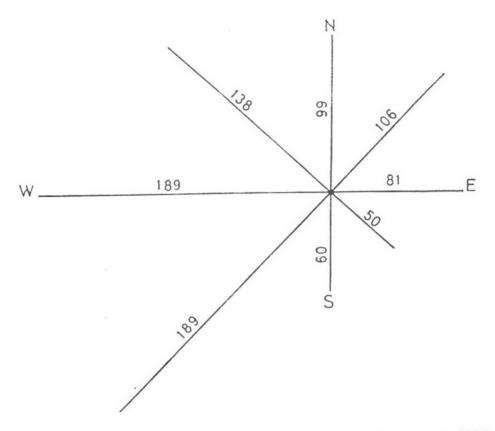
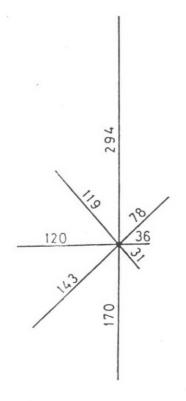


Fig.8 Frecuencia de las direcciones de vientos. Escala de 1000. Estacion Puerto Madryn.

Fig.7 Frecuencia de las direcciones de vientos.Escala de 1000. Estacion Faro Punta Delgada.



nes. (Figura 8).

Aquí predominan las frecuencias de vientos del oeste y S.W., con una marcada disminución de los del norte. Es posible que esta distribución de frecuencias sea más representativa de la costa W. de la Península que los de Punta Delgada.

Humedad relativa

La humedad relativa a través del año sufre pocas variaciones; el promedio anual para Punta Delgada es de 67%, con un mínimo de 62 para Diciembre y un máximo de 73 para Junio - Julio, la que puede considerarse alta.

La humedad relativa del aire afecta tanto la intensidad de evaporación como la posibilidad de formarse rocío cuando baja la temperatura del aire, aportando de esta manera humedad al suelo.

7.- Vegetación

La totalidad del área relevada se encuentra cubierta por la vegetación natural que es el único recurso forrajero del área.

La Península Valdés y el sector del istmo relevado corresponden a la Provincia Fitogeográfica Patagónica (Distrito Central - Subdistrito Chubut); acompañado por distintos elementos del monte (Pcia. Fitogeográfica del Monte) que se extiende hacia el Oeste del área (Soriano 1956)

La fisonomía dominante del área relevada corresponde a una estepa arbustiva de Chuquiraga avellanedae (Quilembai) acompañada por un tapiz de gramíneas que presenta una mayor o menor cobertura entre los arbustos, según las condiciones del suelo.

Así el área central donde la presencia de cuencas cerradas favorece el escurrimiento superficial con suelos arcillosos poco permeables y con altos tenores salinos, las condiciones de sequía se acentúan; en estas áreas el estrato arbustivo está formado casi exclusivamente por Chuquiraga avellanedae que presenta un porte bajo (40 - 50 cm) y la cobertura de gramíneas se limita a espacios protegidos por los arbustos donde el suelo no ha sido afectado por la deflación; entre los arbustos se forman espacios descubiertos con la formación de una cobertura de rodados en la superficie del suelo.

Hacia el Norte y el Este de Gran Salitral el relieve se hace marcadamente llano y las características se hacen más favorables dada su mayor permeabilidad; aquí el tapiz graminoso es más denso, llegando a cubrir en casi su totalidad los espacios entre los arbustos; acompañan aquí

a la Chuquiraga avellanedae que presenta portes mayores, arbustos tales como Condalia microphylla, Schinus polygamus, Chuquiraga istrix, etc.

Hacia el Sur de Península, (área medanizada) la estepa arbustiva da paso a una estepa herbácea de Sporobolus rigens, Stipa tenuis, etc., que cubre en su totalidad el suelo; en las áreas donde la depositación es más reciente, se encuentra la estepa de Hyalix argentea (olivillo).

Otros cambios en la fisonomía y la composición de la vegetación se producen y localizan acompañando los cambios en el terreno; siendo casi homogénea el área en estudio bajo el punto de vista climático, las variaciones en la distribución de la vegetación responden principalmente a cambios en el suelo, así es que para las dos formaciones principales que cubren la Península, — esto es, la estepa herbáœa y la estepa arbustiva —, tenemos que para la primera un suelo arenoso, suelto, profundo y libre de sales, (favorable a la economía del agua en zonas áridas) condiciona su presencia; para la estepa arbustiva las condiciones del suelo son menos favorables.

En la descripción de los perfiles de suelo se da la lista florística levantada en cada sitio.

II.- MATERIAL Y METODOS

1.- Cartográficos

El Sistema Fisiográfico es la unidad de mapeo empleada; esta unidad queda definida como "una región a través de la cual puede reconocerse un patrón recurrente de topografía, suelos y vegetación". (Christian 1958)

Los Sistemas Fisiográficos fueron delimitados sobre fotografías aéreas a escala 1:60.000, donde se ubicaron los sitios de muestreo a campo atendiendo al número de unidades fisiográficas presentes en cada uno.

Luego del trabajo de campo se delimitaron las unidades de mapeo definitivas, llevándose el mapa a escala final (1:250.000), a través de una reducción fotográfica del mapa 1:60.000.

El trabajo de campo consistió en el estudio de 60 calicatas, descripción de perfiles y tomas de muestra de cada horizonte, siquiendo la guía para descripción de perfiles de F.A.O. (Barberis 1969).

2.- Análisis de Laboratorio

El total de muestras analizadas en laboratorio fua de 65, habiéndose practicado el total de los análisis que a continuación se detallan solo a las muestras de los perfiles descriptos, al resto se le practicaron algunos de los análisis según los requerimientos.

-Reacción del suelo:

- -Reacción del suelo: Se determinó con un pH-metro en pasta de suelo y en agua (1:2,5).
- -Materia Orgánica: Por el método de Walkley y Black.
- —Carbonatos: Por el procedimiento del calcímetro, midiendo el volúmen de CO₂ desprendido del suelo al ser tratado por CLH.
- -Conductividad eléctrica del estracto de saturaclón: A través de un conductímetro (puente eléctrico).
- -Capacidad de Intercambio catiónico: Por saturación del complejo con acetato de amonio seguido por el desplazamiento del NH4 con acetato de sodio.
- -Cationes Intercambiables: Calcio y magnesio por quelatometría, sodio y potasio por fotometría de llama.
- —Análisis mecánico: Previa destrucción de carbonatos y materia orgánica se determina textura por el método del hidrómetro de Bouyoucos.

Estos análisis fueron realizados en el laboratorio de suelos del INTA - TRELEW por el Ing. Agr. F. Kozak.

II. RESULTADOS Y COMENTARIOS

A continuación se describen los suelos representativos del área relevada y se hace un análisis de las características morfológicas y analíticas de los mismos

Las características más relevantes de los suelos de las zonas áridas son aquellas que tienen relación con la economía del agua.

La textura es de tales características, la de mayor importancia tanto directa en la determinación de la velocidad de infiltración, profundidad que alcanza el agua almacenada, etc.; como indirectamente al determinar la presencia de sales solubles en la superficie y cerca de la superficie del suelo.

Así en los suelos de textura gruesa la velocidad de infiltración es alta (alto porcentaje de macrosporos) el escurrimiento por lo tanto disminuye; la zona de mayor concentración radicular se encuentra libre de sales y la evaporación aquí se ve reducida al mínimo por la mayor profundidad del suelo humedecido por las lluvias (la productividad biológica del agua almacenada: transpiración real/evaporación, es mayor en estos suelos dada su alta cobertura vegetal) el bajo porcentaje de agua útil retenida se ve compensado por la mayor profundidad que exploran las raíces en estos suelos.

En los suelos de textura fina el balance del agua presenta otros valores por la escasa velocidad de infiltración que presentan estos suelos; la presencia de sales solubles y de altos "hide Na" intercambiables son comunes.

El conjunto de los suelos del área presentan un régimen arídico de humedad salvo en áreas definidas muy restringuidas donde el régimen es acuico; el régimen de temperatura calculada en base a las temperaturas medias del aire es mésico (temperatura media anual del suelo a 50 cm. es menor a 15° C y mayor a 8° C).

PERFILES

PERFIL I

Sistema Fislográfico: Meseta - Estepa arbustiva.

Ubicación: Ripiera sobre el camino a Punta Norte,

frente a Estancia Vda. de Boca.

Altitud: 70 m.s.n.m. Orientación: - - -

Relieve y Posición: Suavemente ondulada sobre mese-

ta.

Pendiente: < 1 %
Uso: Ganadería ovina.

Vegetación: Estepa arbustiva; cobertura 60 %, Dominantes: Chuquiraga avellanedae, Prosopidostrum globosum, Lycium chilense, Perezia recurvata, Hoffmansegia trifoliata, Stipa tenuis, Stipa neaei, Stipa speciosa, Piptochaetium napostaense, Poa ligularis, Schimus barbatus, Psila tenella, Gamochaeta sp., Plantago patagónico, Boopis anthenloides.

Material originario: Sedimentos poco consolidados sobre mantos de rodados.

Erosión: Deflación hídrico - eólica entre arbustos.

Pedregosidad: Rodados en superficie formando pavimento de erosión entre arbustos.

Clasificación: Natrargids xerollico (Db. 313)

Horizonte Prof. cm

Descripción

A1 0-5

Pardo (s) 10YR 5/3 a Pardo grisáceo muy oscuro (h) 10YR 3/2. Areno franco; sin estructura, masivo; duro, friable, ligeramente adhesivo, ligeramente plástico, escasos poros tubulares e intersticiales, escasas raíces muy finas y finas; gravas finas y medias muy escasas; sin reacción al CIH; pH7; límite abrupto y suave.

Horizonte Prof. cm

Descripción

B₂t 5-25

Pardo amarillento oscuro (s) 10YR 3/4 a Pardo oscuro (h) 10YR 3/3; arcillo - arenoso; bloques sub-angulares, medio-fino, fuerte, extremadamente duro, muy firme, adhesivo y plástico; escasos poros tubulares, abundantes raíces muy finas y finas, escasas gravillas; sin reacción al CIH - pH7, 4, Límite claro y ondulado.

B3ca 25-42

Pardo amarillento (s) 10YR 5/6 a 10YR5/4 (h); Franco arenoso, medio, gruesa, de consistencia muy dura, firme, adhesivo y plástico; escasos poros tubulares, abundantes raíces finas y muy finas; escasas gravas finas; fuerte reacción al CIH; pH 8.0; límite gradual y ondulado.

C1ca 42-58

Amarillo pardo 10YR 6/6 y en seco y en húmedo; franco arenoso, sin estructura, masivo; de consistencia dura, muy firme, adhesivo, plástico: escasas raíces finas, escasas gravas finas y medias, fuerte reacción al CIH; pH 8,1; I (mite gradual y ondulado.

11C2ca 58a 200 y más Manto de rodados en matriz calcárea, fuertemente consolidada, de color pardo pálido a amarillento (s) 10YR 7/4 - 8/3 y a Pardo y pálido (h) 10 R 7/3.

Caracteres morfológicos y analíticos del perfil

Este perfil representa los suelos más desarrollados del área relevada, ubicados sobre el nivel de meseta en un relieve casi llano.

Son los suelos más característicos de las mesetas que forman amplias y uniformes unidades de vegetación de Estepa Arbustiva.

El perfil corresponde a un suelo de textura contrastante, esto es, un horizonte superior de textura gruesa (arena franca) sobre un horizonte subsuperficial de textura franco - arcillo - arenosa.

El perfil es de tipo: A1 B2t B3ca C1ca IIC2ca desarrollado, en las áreas bajas del microrelieve o en las áreas de relieve plano sobre la meseta; la mayor humectación en estas áreas ha favorecido los procesos de alteración de los materiales parentales originalmente de textura arenosa que de esta manera se ha enriquecido en arcillas de neoformación; la traslocación de estas arcillas dio origen a un horizonte textural discontínuo en el espacio. Los suelos representados por el perfil alternan con los suelos AC - A (B) C Calciorthid Xerollic de los que se diferencian por presentar los primeros un horizonte argilico que se interrumpe pasando al C o al (B) de estos últimos.

Son suelos moderadamente profundos (considerando el manto de rodados como límite inferlor) con moderada acumulación de materia orgánica que alcanzan un máximo porcentaje en el horizonte B2t; este horizonte presenta un desarrollo de estructura en bloques subangulares, el lavado de carbonatos alcanza los primeros 25-30 cm. del perfil donde se produce un cambio de color, prevaleciendo values y chromas más bajos que en profundidad.

El horizonte A1 de 5 cm de espesor presenta un color pardo grisáceo muy oscuro en húmedo (10YR 3/2) si bien su contenido de materia orgánica no pasa del 1 ‰, es el horizonte más oscuro del perfil en húmedo, en seco se aclara pasando a pardo (10YR 5/3).

Dado su textura gruesa, este horizonte favorece la buena infiltración del agua, si bien en algunas áreas donde falta la cubierta vegetal se produce un planchado por acción de las fluvias y los altos porcentajes de Na+ intercambiable que favorecen la dispersión de los materiales finos y el cegamiento de los poros; en estos casos se favorece la escorrentía por la baja velocidad de infiltración, o llegan a formarse pequeñas lagunas luego de las lluvias (áreas concavas).

Este horizonte se presenta libre de calcáreo, con bajos tenores salinos (CE o.s. 1.1 mmhos/cm); la capacidad de intercambio alcanza a 15 meq/100 grs, y el pH es de 7.0.

Si biun no se alcanza a desarrollar una estructura, el horizonte se presenta masivo con el desarrollo de cierta consistencia.

En este horizonte las gravas son muy escasas, siendo mayor el contenido en superficie.

En un límite bien marcado (abrupto y suave) pasa al horizonte B2t; el cambio está dado por el color en seco más oscuro, el desarrollo de una estructura en bloques subangulares finos y medios, fuerte (si bien poco estable por los altos contenidos es Na interc.) y la alta consolidación de estos materiales.

Este horizonte de 20 cm, de espesor, de textura arcillo - arenosa proveniente de un material que originalmente es de textura arenosa presenta un enriquecimiento tanto en arcilla de neoformación como de eluviación del horizonte superior.

La presencia de altos tenores de sodio en el complejo absorvente ha favorecido la dispersión y traslocación de los coloides.

El contenido de materia orgánica alcanza a 1,62 %, lo que tiene relación con la mayor concentración de raíces, el mayor de arcilla y el no estar afectado por los grandes cambios de temperatura a que está sometido el horizonte superior; el color pasa de pardo oscuro (10ÝR 3/3) en húmedo a pardo amarillento oscuro en seco (10YR 3/4).

La capacidad de intercambio es de 31 meq./100 gr. estando saturado el complejo predominantemente por Ca++ y Na+, los tenores de Mg. son bajos, siendo el K* el catión menos frecuente.

Este horizonte al igual que el superior se encuentra libre de carbonatos, la conductividad alcanza 2.5 nmohs/cm; el pH pasa de 7,4 en pasta a 7,9 en agua y el P.S.I es del 40 %

En un límite gradual y ondulado pasa al horizonte B3ca donde el calcáreo ha sido parcialmente eliminado, lo que le imparte un color pardo amarillento en húmedo (10YR 5/4); el contenido de sales aquí se incrementa notablemente, la conductividad es del órden de los 12,5 mmohs/ cm en el estracto de saturación, el pH alcanza el valor de 8.1 en pasta y 8.7 en agua, el PSI es de 50,3 %.

Esta alta conductividad del estracto de saturación implica una alta presión osmótica ejercida por la solución del suelo que afecta la disponibilidad de agua y los hace más "secos" que los suelos de textura gruesa, libre de sales; esta diferencia puede apreciarse a través del caracter más xerofítico de la vegetación (arbustos más pequeños, mayor porcentaja de suelo descubier-

En el horizonte B3ca el contenido de raíces es escaso, la estructura menos desarrollada se presenta masiva rompiendo en bloques subangulares grandes, la textura es franco-arenosa.

El horizonte C1ca se presenta masivo, de color amari-No parduzco con muy escasas raíces.

El contenido de calcáreo aumenta al igual que el contenido de sales más solubles, llegando la C.E. del estracto de saturación a 14,1 mmhos/cm

Por debajo de este horizonte (a partir de los 59 cm) se continúa el manto de rodados que sobrepasa los 2 metros de espesor, estos rodados no impiden la penetración de raíces (que a esta profundidad son muy escasós) ya que presentan poca consolidación; la matriz franco arenosa con abundante calcáreo le imparte un color blanco en la parte superior.

Estos suelos en general presentan una serie de deficiencias en sus características físicas tales como falta de estructura en el horizonte superior o estructura poco estable en el horizonte B2t que los hace poco permeables, de esta condición deriva su erosionabilidad que en estos suelos toma la forma de deflación tanto hídrica como eólica cuando se encuentran desprovistos de vegetación.

Según la Soil Taxonomy, estos suelos corresponden al órden de los Aridisoles por presentar un régimen aridico de húmedad (los 6 meses cálidos son secos: Precipitación < ETP;) al subórden de los Argids y al

gran grupo de los Natrargids por presentar un horizonte nátrico; por presentar un porcentaje de materia orgánica superior al 1 % corresponden al subgrupo Natrargids Xerollico.

Según el sistema de clasificación de Northcote a la forma de Perfiles Primarios Duplex (D), dado el contraste textural entre el horizonte superior y el subyacente; por el color del horizonte B2t corresponden a la subdivisión Db (pardos); por presentar un horizonte A que no fragua duro cuando seco a la sección Db3; los agregados evidentes en el horizonte arcilloso los ubica en la subsección a, y la falta de horizonte A2 a la Clase Db 3.1., por tener una TRS (tendencia a la reacción del suelo) alcalina (pH que aumenta con la profundidad), corresponden a la Forma de Perfil Principal Db 3.1,3. Según el sistema de F.A.O. se clasifica como Solonetz ochrico.

PERFIL 2

Sistema Fisiográfico: Meseta - Estepa Arbustiva -

Estepa Herbácea.

Ubicación: 1 Km. N. Puesto Los Tapones.

Altitud: 60 m.s.n.m.

Orientación: - -Relieve y Posición: Relieve Ilano sobre meseta.

Pendiente: < 1 %

Dominantes: Herbácea; Estepa Vegetación: Piptochaetium napostaensisi, Stipa tenuis. Cob. 80 % Material Originario: Arenas aluviales sobre rodados.

Erosión: No hay evidencia. Pedregosidad: Ausente

Clasificación: Uc 121 (Calciorthid Xerollic)

Horizontes Prof. cm

A11 0-12

Descripción Pardo oscuro en seco (10YR 3/3) a Pardo grisáceo muy oscuro en húmedo (10YR 3/2); arenoso, sin astructura, masivo; consistencia ligeramente dura, muy friable, ligeramente adhesivo, no plástico; poros tubulares e intersticiales; raíces finas abundantes; escasas gravas finas y medias; sin reacción al CIH; pH 6.9; límite claro y suave.

A12 12 a

Pardo en seco (10YR 4/3. (60-80) Pardo grisáceo muy oscuro en húmedo (10YR 3/2); arenoso; sin estructura, suelto, consistencia blanda, suelto, no adhesivo, no plástica; raíces finas abundantes; muy escasas gravas finas y medias; sin reacción al CIH; pH 7.6; Ifmite claro y sua-VP

(60-80) Blanco (10YR 8/2) en seco y Clca húmedo; arena y calcáreo pulvurulento; ligeramente duro, muy friable, no adhesivo, no plástico; escasas raices; escasas gravas finas: fuerte reacción al CIH; pH 8.3; límite claro y

a partir Manto de ripio con matriz cal-11C2ca 95 cm. cárea, color idem anterior; muy consolidado, raíces escasas.

Características morfológicas y análiticas del perfil

Este perfil representa los suelos que se han desarrollado a partir del manto de arenas aluviales en las partes altas del relieve; en estas condiciones el perfil presenta escaso desarrollo.

El carácter más sobresaliente de este suelo es su textura arenosa y uniforme hasta los 60 - 80 cm.; dada la alta permeabilidad de estos suelos el lavado de sales solubles incluído el calcáreo ha sido eliminado más allá de las zonas de mayor actividad radicular.

El perfil es de tipo A11 - A12 - C1 ca - 11 C2ca.

El horizonte A11 de 12 cm, de espesor, de textura arenosa ha desarrollado una consistencia ligeramente dura en seco por lo que, si bien no presenta un desarrollo estructural, si permanece masivo (no desmoronable) formando terrones: esta es una de las características que lo diferencian del horizonte subvacente como así un leve oscurecimiento en seco; esta consistencia se debe a la acción de los humedecimientos y secados a que es sometido más frecuentemente debido a las precipitaciones que afectan la parte superior del suelo. Al igual que el horizonte A12 tiene una textura arenosa (86% arena).

El horizonte A12 se presenta suelto, libre de calcáreo. la presencia de raíces se mantiene como en el anterior.

El contenido en materia orgánica baja de 0.8 a 0.5 % del A11 al A12; el pH en la misma dirección pasa de 6.9 a 7.6.

Estos suelos por su textura arenosa, presentan una baja capacidad de retención de agua; ello se ve compensado por el mayor volúmen de suelo que es ocupado por las raíces, dado el mayor desarrollo radicular que en éstos casos presentan las plantas ante la falta de capas densas (subsuelos arcillosos) resistentes a la penetración de las raíces.

A partir de los 60 cm. aparece un horizonte de color blanco, dado el alto contenido de calcáreo pulvurulento que presenta (16%) por encontrarse a una profundidad menor de 1 m. este horizonte es diagnóstico para la clasificación de estos suelos.

Debajo de este horizonte calcáreo, irregular, se encuentra un manto de rodados que si bien presenta un alto grado de compacidad es penetrado por las raíces.

Estos suelos se clasifican en el órden de los Aridisoles por el régimen de humedad; en el subórden de los Orthids, por no presentar horizonte argílico; y en el Gran Grupo de los Calciorthids por presentar un horizonte calcico a menos de 1 metro de profundidad; la combinación de una textura arenosa con un porcentaje de materia orgánica que alcanza el 0.8% los ubica dentro del Subgrupo Calciorthids Xerollic.

Según la clasificación de Northcote son: Uc 121, Por el sistema de F.A.O. se los clasifica como Calcic Xerosols.

PERFIL 3

Sistema Fisiográfico: Médanos fijos. Ubicación: 2 Km. W. Puesto Los Médanos.

Altitud: 80 m.s.n.m. Orientación: N.E.

Relieve y Posición: ondulaciones suaves en borde de

cuencas cerradas. Pendiente: 1 - 2 % Uso: Ganadería ovina.

Vegetación: Estepa herbácea; Dominantes: Stipa tenuis; Piptochaetium sp.; Sporabolus rigens; Poa sp.,

Cobertura: 85 %

Material originario: arenas eólicas/areniscas terciarias. Erosión: Arenas eólicas estabilizadas; focos de forma-

ción de médanos. Pedregosidad: ausente.

Clasificación: Torripsamment Xerico - Uc 123.

Horizonte Prof. cm 0-70 AC

Descripción Pardo oscuro 10YR 3/3 (S) a pardo grisáceo muy oscuro 10YR 3/2 en húmedo. Arena; sin estructura, masivo, suelto; de consistencia blanda en seco a muy friable en húmedo; no adhesivo, no plástico; porosidad intersticial, abundantes raíces, escasa reacción al CIH; pH 7.2. Límite abrupto y suave.

70-85 11C1

Pardo amarillento 10YR 5/6 (S). Pardo amarillento 10YR 5/4 (húmedo). Franco arenoso; masivo, consolidado; de consistencia dura en seco, firme, adhesivo, plástico; escasos poros tubulares, escasas gravas finas y medias, no reacciona al CIH; pH 8, límite claro y suave.

11C2 85 a 100 y más

85 a 100 Amarillo pardo 10YR 6/6 en y más seco y en húmedo; franco-arenoso, sin estructura, masivo, duro, firme, ligeramente adhesivo, ligeramente plástico; escasas raíces, calcáreo, pH 8.5.

Caracteres analíticos y morfológicos del perfil

Este perfil representa los suelos que se han desarrollado sobre las arenas eólicas estabilizadas por un tapiz herbáceo denso, depositadas sobre las areniscas terciarias.

El carácter sobresaliente de estos suelos está dada por una textura arenosa, uniforme hasta los 70 cm.

El desarrollo del tapiz herbáceo con un denso sistema radicular ha producido una ligera acumulación de materia orgánica que es el único signo de edafización que presentan estos suelos.

El perfil es de tipo A C II CI II C2.

El horizonte AC desarrollado a partir de las arenas redepositadas, presenta una gran uniformidad en textura y consolidación; dado su carácter suelto el sistema radicular no encuentra impedimento en su extensión y todo este horizonte presenta buena actividad biológica.

Debajo de este horizonte se encuentran las areniscas terciarias, escasamente alterado en la parte superior por las aguas de percolación donde se ha producido un lavado de carbonatos (Hor IIC₁), luego se continúa el horizonte 11C₂ hasta una profundidad mayor de 1 m.

La carencia de horizontes diagnósticos bien desarrollados ubican a estos suelos en el órden de los Entisoles, la textura arenosa y la falta de gravas hasta el contacto paralítico que aparecen a los 70 cm., ubican a estos suelos en el subórden de los Psamments; el régimen de humedad tórrico los ubica en el Gran Grupo Torripsamment.

El régimen de las precipitaciones en el área como vimos en la parte climática, presenta una leve concentración en los meses de invierno, presentando el verano un déficit de agua bastante marcado, lo que configuraría un régimen xérico degradado, sumado a ello, el carácter herbáceo de la vegetación representa un aporte considerable de materia orgánica por lo que a estos suelos se los ubica en el Subgrupo de los Torripsamments Xerico.

Según el sistema de clasificación de Northcote corresponde a los suelos uniformes de textura gruesa Uc.,

y a la forma de perfil Principal Uc. 1.2.3.

Según el sistema de F.A.O. corresponde a los Eutric Rhegosoles.

PERFIL 4

Sistema fisiográfico: Planicie costera. Ubicación: 2 Km. Sur Puerto Fracasso.

Altitud: 40 m.s.n.m. Orienteción: Norte.

Relieve y Posición: Vertiente del Golfo San Jose, La-

dera extendida. Pendiente: 2-3 %

Vegetación: Estepa arbustiva; cobertura 50 %, Dominantes: Chuquiraga avellanedae, Chuquiraga histrix, Condalia microphylla, Prosopis alpataco, Acantholippia ceriphioides, Stipa humilis, Stipa tenuis, Stipa speciosa.

Uso: Pastoreo ovino.

Material Originario: Aluvio/sedimento terciario con-

solidado.

Erosión: Hídrica, principalmente en manto.

Pedregosidad: -- -- --

Clasificación: Uc 111. Torripsament Típico.

Horizonte	Prof. cm	Descripción
A1	0-30	Pardo en seco (10YR 5/3).
•		Pardo oscuro en húmedo
		(10YR 3/3). Arenoso; sin es-
		tructura, suelto; de consisten-
		cia suelta, muy friable, no
		adhesivo, no plástico, abun-
		dantes raíces, reacción al
		CIH; pH 8.2, escasas ostreas
		(fósiles), límite regular y sua-
		ve.
AC	30-45	Gris claro en seco (10YR
		7/2), a Pardo muy pálido en
		húmedo (10YR 7/3), arena,
		sin estructura, suelto; de con-
		sistencia suelta muy frlable,
		no adhesivo, no plástico, esca-
		sas raíces; reacción al CIH,
		pH 8.2, ifmite regular y sua-
		ve.
11C1	45 a 100	
•	y más	Pardo muy claro (10YR 7/3);
		arenoso, poco meteorizado;
		sin estructura; masivo; ligera-
		mente duro, friable, ligera-
		mente adhesivo, ligeramente
		plástico, muy escasas raíces,
		fuerte reacción al CIH, pH 9.

Caracteres morfológicos y analíticos del perfil.

Este perfil representa los suelos desarrollados sobre los materiales aluviales, que cubren las laderas aterrazadas de las vertientes costeras.

Son materiales areno-finos, calcáreos, que asientan

sobre areniscas consolidadas terciarias.

El material es calcáreo a partir de la superficie y en profundidad, donde aparece la arenisca terciaria, la reacción al CIH es mayor sin llegar a formar acumulaciones importantes.

El perfil es de tipo A1 AC 11C1

El horizonte A1 de 30 cm. es de textura arenosa (arena fina), por lo que ho presenta desarrollo de estructura (material suelto); las sales solubles han sido eliminadas en parte (C.E. del estracto de saturación — 5,7 milimhos/om) de este horizonte que por su textura es de esperar una alta permeabilidad; presenta una buena actividad biológica (alta concentración de raíces), los colores claros (10YR 5/3) en seco, se deben al contenido calcáreo. El pH es de 8,2.

El horizonte AC va de los 30 a los 45 cm.; presenta la misma textura que el anterior, se diferencia por un color más claro (10 YR 7/2 en seco); la presencia de raíces de este horizonte es escasa, la reacción se mantiene alcalina (pH 8.2) y el contenido salino, si bien aumenta levemente, se mantiene en tenores bajos.

El horizonte 11C1 es la arenisca terciaria escasamente alterada, presenta fuerte reacción al CIH pero no se aprecia acumulaciones de calcáreo pulvurulentas o en concreciones que lleguen a conformar un horizonte cálcico.

El contenido salino en este horizonte aumenta, llegando la C.E. a 9 milimmhos/cm y es posible que más en profundidad se haga mayor, ya que estos materiales son de depositación marina con alto contenido salino; el pH es de 9.0.

Estos suelos corresponden al órden Entisoles, ya que no presentan otro horizonte diagnóstico que no sea un epípedon ochrico. (Horizonte A1); al subórden Psamments por presentar una textura arenosa, uniforme, sin pedregosidad (a los 45 cm. se presenta un contacto litoide cuya textura es arenoso-franco); el régimen tórrico de humedad los ubica dentro del Gran Grupo Torripsamment; se los clasifica en el subgrupo Typic que representa los suelos más se∞s dentro de este Gran Grupo por presentar altos tenores salinos en el subsuelo y estar en áreas de pendientes; cabe aclarar que esto es un concepto relativo que toma como punto de referencia los suelos de la zona, así los médanos fijos presentan una cobertura vegetal mayor, ya que en áreas de meseta, las precipitaciones se infiltran en su totalidad (no hay escurrimiento), y la profundidad de las arenas desprovistas de sales es de mayor potencia, a estos suelos clasificados en el mismo Gran Grupo que el aquí descripto, se los clasifica en el subgrupo Xerico.

Estos suelos se los clasificó según la Clave de Northcote, como Uc. 111 (suelos uniformes — U, de textura gruesa - c - con poca organización pedológica, - .

calcáreo y de colores pardos).

En el sistema de la F.A.O. corresponden a los Haplic Ermosols (horizonte A pálido con una conductividad mayor a 2 miliohs/cm).

PERFIL 5

Sistema Fisiográfico: Cuenca cerrada.

Ubicación: Estancia Secundino Alvarez — Salina

Grande.

Altitud: 40 m.bajp el nivel del mar.

Orientación: - - -

Relieve y Posición: Ilano en fondo de cuença cerrada.

Pendients: <1%(concava)

Uso: pastoreo ovino

Vegetación: Pradera salina. Dominante: Distichlis sploata; D. scoparia, Salicornia ambigua, Cobertura:

90 %

Material originario: aluvio.

Erosión: --Pedregosidad: ---

Clasificación: Aquollic Salorthid. Um1.1.

Horizonte-	Prof. cm.	Descripción
A11 sa	0-3	Amarillo oliva (2,5Y) en
		húmedo; areno-franco; sin es-
		tructura, masivo, friable, no
		adhesivo, no plástico; concre-
		ciones salinas en superficie.
		Abundantes raíces. Límite
	5 45	claro y suave.
. A12 sa	3-40	Pardo oliva ciaro (2,5 Y 5/4)
		en húmedo; franco-arenoso,
		sin estructura, masivo, friable,
		poco adhesivo, poco plástico,
		abundantes raíces, abundan-
		tes concreciones de CO3ca; C.
		E. e.s. 63 mnohs/cm; pH 7.9
	40.00	Limite claro y suave.
Cg		Gris oscuro (2.5 Y 4/0).
	Υ,	Franco-arenoso, sin estructu-
	más	ra, masivo, friable, adhesivo,
		plástico, área de fluctuación
		de la capa, freática, concrecio-
		nes de CO3ca. C.E. es 12
		mnohs/cm.

Caracteres morfológicos y analíticos del perfil.

Este perfii representa los suelos desarrollados en áreas con drenaje interno y externo impedido que bordean los fondos de las cuencas cerradas o en áreas costeras.

Estos suelos suelen permanecer anegados durante largos períodos en inviemo, al secarse se forma en superficie una costra salina. La napa freática se encuentra a menos de un metro en verano luego de algunos meses de sequía.

La vegetación de estos suelos es una pradera salina de

Distichlis spicata y Distichlis scoparia con otras especies halófitas que la acompañan.

La salinidad de estos suelos disminuye con la profundidad, siendo calcáreos en todo el perfil.

A partir de los 40 cm. están afectados por la capa freática, donde la materia orgánica escasamente se descompone en condiciones anaeróbicas.

Estos suelos se clasificaron como Aquolilo Salorthid según la Soil Taxonomy. Según la clasificación de Northcote como Um 1.1.1. Por la clasificación de F. A.O. corresponden a los Salic. Gleysols.

Relación de los subgrupos identificados con otros sistemas

Soil Taxonomy	Northcote	F.A.O.
Natrargids Xerollico Calciorthids Xero-	Db. 3.1.3. Uc. 1.2.1.	Solonetz Ochrico. Xerosols Cálcico.
llico. Salorthids Tipico	Um. 1.1.	Salonchaks Och- rico.
Salorthids Aquollico Torripsamment Xerico.	Um. 1.1. Uc. 1.2.3.	Gleγsols Salico. Rhegosols Eutri- co.
Torripsamments Tipico.	Uc. 1.1.1.	Ermosols Haplico
Torriorthents Tipico	Uc 1.1.3.	Ermosols Háplico

MAPA DE SUELOS

El mapa de suelos se realizó a escala 1: 250,000, tenlendo como base la carta a esa escala del Instituto Geográfico Militar.

Se separaron 7 unidades cartográficas de las quales hay una unidad pura y 6 compuestas.

En la leyenda del mapa aparecen los suelos (Subgrupos de la Soil Taxonomy) dominantes en las unidades y los subdominantes.

A continuación se describen las unidades donde se consideran caracteres internos u externos de los suelos, la vegetación y la sensibilidad a la erosión.

En general el área relevada está expuesta a un clima severo: bajo volúmen de lluvias de las cuales el mayor porcentaje cae en los meses fríos con una acentuada sequía estival; otro factor limitante en el uso de estas tierras es el viento que condiciona un alto peligro de erosión eólica.

Estas características del clima limitan el uso de estas tierras para pastoreo con restricciones de moderadas a severas según las características de cada unidad.

Según el Manual de Conservación de Suelos (USDA) se los clasifica por su capacidad de uso dentro de las clases VI, VII y VIII.

Los procesos de erosión en curso más importante en el área relevada, son la formación de médanos en el sector sur de Península, originados principalmente a partir de las arenas de playa en la costa oeste o a partir de las arenas estabilizadas, por eliminación de la cobertura vegetal por sobrepastoreo.

El otro proceso de deterioro, que afecta a los suelos arcillosos de meseta (Natrargids) comienza con la pérdida de cobertura entre los arbustos por eliminación de las gramíneas, en estas condiciones se forma un pavimento de rodados por pérdida del material fino debido a la erosión laminar y deflación eólica; en las áreas donde la pendiente favorece la concentración del escurrimiento se forman cárcavas.

UNIDADES CARTOGRAFICAS

UNIDAD CARTOGRAFICA Nro 1:MESETA – ES-TEPA ARBUSTIVA

De las unidades mapeadas esta es la de mayor superficie; se extiende desde el Istmo hasta la costa atlántica y de las Salinas Grandes hacia el norte hasta la planicie costera.

El relieve levemente ondufado del área central de península, dado por la serie de cuencas cerradas con fondos de lagunas temporarias, se hace marcadamente llano hacia el norte y el este del Gran Salitral.

La parte central de esta unidad representa el área de menor precipitación de Península.

Los suelos dominantes son los Natrargids, caracterizados por un horizonte argílico y el complejo absorvente dominado por el ion sodio.

Estos suelos son ligeramente salinos en superficie a salinos en profundidad: la pérdida de estructura por hinchamiento de las arcillas sódicas que en el horizonte B2t. alcanzan porcentajes de hasta el 40 % afecta la permeabilidad de estos suelos.

Junto a los Natrargids que son los suelos más desarrollados del área, se presentan asociados los Calciorthids; estos suelos de perfil AC se encuentran en las partes convexas del microrelieve y pasan a los perfiles ABC de los primeros en las partes cóncavas; este microrelieve se forma en las estepas arbustivas donde asociado a los arbustos que se disponen espaciadamente se encuentran acumulaciones de arenas (eólicas) formando túmulos que pueden alcanzar 50-60 cm de altura, la movilización de arena en estos casos queda restringida localmente por la cobertura más o menos densa de la vegetación.

Entre los arbustos se desarrolla un tapiz herbáceo más o menos continuo según las condiciones de humedad.

El proceso de deterioro de los suelos está intimamente relacionado con la pérdida de la cobertura, el que comienza a producirse entre los arbustos.

La baja velocidad de infiltración de estos suelos que no alcanza a absorver las precipitaciones en algunos casos torrenciales, favorecen el escurrimiento superficial y la erosión laminar; la intensidad de este proceso puede apreciarse por la formación de una cubierta de rodados que se forma sobre el suelo desnudo a medida que se va perdiendo el material fino.

De esta manera las condiciones físicas y químicas del suelo se van haciendo más desfavorables (sodificación y salinización del suelo superficial por erosión del horizonte superior) lo que dificulta el restablecimiento de la vegetación; este proceso de degradación se incrementa a expensas principalmente de las gramíneas que cubren el suelo entre los arbustos, siendo los arbustos también afectados en caso de degradación severa.

Esta unidad, por su capacidad de uso, se clasifica dentro de la clase VI, las restricciones climáticas generales para el área (fuertes vientos, lluvias a veces torrenciales) más el carácter poco permeable de los suelos de textura fina, los hacen susceptibles a la erosión laminar y a la deflacción, más acentuados estos en el área central dado las pendientes que presentan el conjunto de cuencas cerradas; hacia el norte y este del Gran Salitral los terrenos más llanos son menos sucptibles a la erosión.

UNIDAD CARTOGRAFICA NIO 2: MESETA ESTE-PA ARBUSTIVA, ESTEPA HERBACEA

Esta unidad se extiende al Sur de la Península desde la costa occidental hasta la costa oriental de la misma.

La depositación eólica actual ha afectado gran parte de esta unidad sin llegar a formar médanos.

En. el sector oeste de esta unidad el patrón de distribución es similar al de la unidad 1, sumándose los suelos de textura arenosa sin horizonte cálcico, (Torripsamment) en los sectores más afectados por la depositación eólica.

Hacia el este de esta unidad, la estepa arbustiva va dando paso a un pastizal en relación a la mayor influencia de las depositaciones de arenas; aquí la cobertura es más densa y homogénea no llegándose a formar montículos de arenas como ocurre en las áreas de vegetación arbustiva.

Los suelos dominantes son los Calciorthids Xerollic, son suelos de textura arenosa, profundos, con un horizonte cálcico en profundidad; el horizonte superior (A₁₁) se presenta consolidado por lo que los hace bastante estables a la erosión.

Estos suelos se encuentran libre de sales solubles y de carbonatos hasta los 70-80 cm.

Desde un punto de vista tanto climático como edáfico, esta es el área más favorable de Península; este sector de la unidad descripta se encuentra dentro del área donde las precipitaciones medias anuales son mayores a 225 mm (Punta Delgada registra un promedio de 246 mm/año); los suelos arenosos profundos, favorecen un alto aprovechamiento de las precipitaciones (aquí el escurrimiento es casi nulo), ya que su gran porcentaje de macrosporos les confiere una alta permeabilidad; la baja capacidad de campo que poseen, permite que el agua profundice en ellos, quedando de esta manera un menor grado expuesta a la evaporación; por otra parte en estos terrenos, la relación Transpiración/Evaporación se incrementa

debido a la mayor cobertura del suelo por la vegetación, maximizando así la productividad biológica de las precipitaciones.

Esta unidad se la clasifica por su capacidad de uso en la clase VI, (terrenos no aptos para la agricultura, adecuados para pasturas permanentes); estos suelos por su textura arenosa, son altamente suceptibles a la erosión eólica, si bien la buena cobertura de la vegetación (estepa herbácea) disminuya el riesgo que imponen las condiciones climáticas (vientos fuertes) en los períodos en que el suelo se encuentra seco.

En el sector oeste de la unidad, el proceso de deterioro es similar al descripto para la unidad 1 en los suelos Natrargids.

UNIDAD CARTOGRAFICA Nro 3: MESETA. ME-DANOS FIJOS

Esta unidad que se extiende en 3 franjas hacia el S.W. de la Península, ocupa una superficie aproximada de 400 km².

Se trata de depositaciones eólicas que cubren la meseta, originadas en la remoción de las arenas de playa y de los mantos de arena que se encuentran sobre la meseta; estas arenas eólicas se encuentran estabilizadas por un tapiz de vegetación herbácea. En pequeños sectores no afectados por la depositación eólica se encuentran suelos Natrargids.

En íntima relación con esta unidad, pero que han sido mapeados separadamente, se encuentra el conjunto de médanos activos que avanzan desde la costa y otros que tienen su origen en las arenas fijas por deterioro de la cubierta vegetal.

El carácter arenoso-suelto de los suelos de esta unidad (Xeric-Torripsamment) los hacen altamente vulnerables a la erosión eólica, esto puede apreciarse en los numerosos sitios donde por deterioro de la vegetación por el pastoreo excesivo, comienza a ponerse en movimiento la arena, originando pequeños frentes de médanos.

Si bien el carácter arenoso confiere a los suelos esta seria desventaja, la alta permeabilidad ligada a los mismos les otorga una alta velocidad de infiltración, por lo que la totalidad de las lluvias se infiltran y son almacenadas, siendo nulas las aguas de escorrentía superficial; estas arenas se presentan además libres de sales, por lo que constituyen un buen sustrato desde el punto de vista de la economía del agua en suelos de régimen arídico.

Debajo de este manto de arena, cuyo espesor varía de 60 cm. a más de un metro, se encuentran las areniscas terciarias consolidadas.

La vegetación que presenta esta unidad corresponde

crr su gran mayoría a la estepa herbácea, cuyas especies dominantes fueron enumeradas en la descripción del Perfil Nro 3; junto a este pastizal se presentan áreas cubiertas con olivillo (Hyaliz argentea).

Estos terrenos, se clasifican por su alta suceptibilidad a la erosión eólica, dentro de la calse VII, por su capacidad de uso.

UNIDAD CARTOGRAFICA Nro 4: MEDANOS ACTIVOS

The state of the s

.

The second second

El conjunto de médanos activos ocupa una superficie de aproximadamente 40 km²; se ubican en el sector S.W. de la Península, en su gran mayoría ligados a la unidad Nro 3.

Los materiales que originan estos médanos provienen tanto de la playa como de un nivel de terraza bajo en que termina allí la planicie costera; a partir de esta planicie han avanzado los frentes de médanos, el más alejado de los cuales está a 40 km. de la costa, avanzando en un frente de 5 km de ancho.

Esta situación, propicia para la formación de los médanos, no se repite en otra área de patagonia, esto es, playas costeras y terrazas de materiales arenosos finos expuestos a los vientos predominantes del oesta.

Otros frentes de médanos de dimensiones menores (1,5-2 km.) se forman a partir de las arenas estabilizadas sobre la meseta; originados tanto por razones climáticas como de manejo, estos frentes de médanos constituyen la principal forma de degradación de la vegetación y los suelos del área.

Los frentes de médanos están formados por un conjunto de unidades cuyo tamaño varía de 100 a 200 m, de ancho.

La forma individual del médano que algunas veces toma la forma de medialuna con las puntas no muy bien diferenciadas (Barcanes), en general se resuelve en un cuerpo semicircular con una punta que sale de la parte central a sotavento del cuerpo, debido a los vientos cambiantes que actúan sobre el mismo.

Algunas de estas colonias de médanos estan cercadas por alambrados, observándose en estos casos un principio de fijación por Sporobolus rigens.

Por capacidad de uso se ubican en la clase VIII. Terrenos no aptos para el pastoreo que deben permanecer aislados.

No se tienen mediciones de velocidad de avance ni experiencias en su fijación; (según observaciones de pobladores el avance sería de 30-40 m/ año); es necesario un estudio detallado de la dinámica de los mismos para encarar su control, atendiendo a las posibilidades que brindan un régimen de Iluvias favorables y la presencia de especies naturales (Sporobolus rigens) con capacidad de fijación

UNIDAD CARTOGRAFICA Nro 5: PLANICIE COSTERA

Esta unidad bordea en gran parte el perímetro de la Península e Istmo, allí donde el acantilado ha retrocedido por erosión fluvial; desde el nivel de meseta, que en el área se levanta entre los 50 a 100 m.s.n.m., la planicie desciende en forma más o menos abrupta al principio para luego continuar en forma suave hasta el nivel del mar; esta pendiente suave, aterrazada, se ve interrumpida por los cañadones que descienden del nivel de meseta; la planicie está labrada en los materiales marinos del terciario medio y superior sobre los cuales se depositaron materiales aluviales y eólicos recientes.

Sobre los bordes de meseta, y en las lomadas que se encuentran en la planicie costera donde directamente afloran los sedimentos terciarios no se alcanzan a desarrollar suelos, la vegetación es muy rala o a veces nula; cuando la pendiente es menor, un suelo-muy poco profundo se desarrolla en estas lomadas (Torriorthents); donde la pendiente se hace suave (aterrazamiento), esto es, la mayor superficie del área, el manto de material aluvial que cubre las areniscas calcáreas del terciario, se hacen más potentes y se desarrollan los suelos dominantes (Torripsament tipicos); el material originario es un factor que afecta las propiedades de estos suelos de una manera muy marcada; debido al escaso volúmen de las precipitaciones, el lavado de las sales es escaso. lo que hace que los suelos hereden las características de los materiales que los originan; en esta unidad puede apreciarse esto en relación a la profundidad de un horizonte salino que afecta el desarrollo de la vegetación; este horizonte salino tiene origen en los materiales de origen marino que aparecen a distintas profundidades (de 40 cm, a 90 cm o más), así es que la capacidad de retener agua útil para las plantas de estos suelos se ve limitada, tanto por la pendiente que afecta en forma negativa al provocar el escurrimiento de las aguas, como por la salinidad que presentan a profundidad variable.

Dentro de este Sistema Fisiográfico aparecen otras unidades menores, tales los médanos costeros que flanquean las playas y áreas costeras salino-húmedas.

La vegetación de la unidad varía en relación a la variación de los suelos, si bien puede definirse un tipo dominante que es la estepa arbustiva de Chuquiraga avellanedae en las bajadas del Golfo Nuevo y Golfo San José; de Chuquiraga erinacea en el área de Punta Norte y al Norte de Caleta Valdés, ambas estepas están acompañadas por un tapiz graminoso que en áreas localizadas pasa a dominar la fisonomía conformando una estepa herbácea con arbustos.

Estos terrenos se clasifican dentro de la clase VII por su suceptibilidad a la erosión hídrica-laminar y en carcava.

UNIDAD CARTOGRAFICA NO 6 CUENCA CE-

RRADA

Esta unidad está compuesta por dos depresiones de gran extensión: la del Gran Salitral y la de Salina Grande — Salina Chica.

El Gran Salitral está ubicado junto al Golfo San José; el fondo de la cuenca que se encuentra a nivel del mar, tiene una extensión aproximada de 35 km² y se extiende alargada en el sentido E-W hacia donde se va ensanchando, representando el 15 % del total de la cuenca.

Las laderas de la depresión bajan de la meseta en pendientes general suave (2 %), haciéndose más pronunciados en las cabeceras de los cañadones que descienden al salitral.

En la cuenca de las Salinas Grande—Salina Chica se repiten las dimensiones de la anterior (la superficie total de la cuenca es de aproximadamente 250 km², ocupando ambas salinas el 15% de dicha área).

La parte alta de esta cuenca, es de pendiente suave para luego caer en forma abrupta al fondo de la depresión, separándose a ese nivel las subcuencas de Salina Chica y Salina Grande.

Los terrenos de esta unidad presentan una densa red de drenaje, que en las partes altas de la cuenca forman un diseño dendrítico denso, y al descender con la disminución de la pendiente se resume en un solo colector que llega al fondo de la cuenca, el conjunto de colectores se dispone en forma radial alrededor del fondo.

En esta unidad de distribución de los suelos se va haciendo más compleja a medida que el relieve se hace más quebrado; en general en las pendientes suaves, donde la capa de material cuartario es de gran espesor, se desarrollan suelos profundos de textura gruesa Torripsamennts Tipico, en relación a estos suelos se encuentra la Estepa Arbustiva de Chuquiraga avellanedae — Chuquiraga istrix — Condalia microphylláen los ambientes más húmedos rodeando ambas salinas se encuentran los suelos salinos (Salorthids Aquollic) con estepa herbácea de Distichlis spicata — Distichlis scoparia: en estos suelos la napa freática se encuentra muy cerca de la superficie.

Rodeando el Gran Salitral donde se descargan las aguas de los cauces, los terrenos arcillosos presentan una costra salina que cubre el suelo, aquí la vegetación se encuentra asociada a acumulaciones eólicas (montículos de arena) con Ciclolepis genistoide, dejando un alto porcentaje de suelo descubierto.

Finalmente en esta unidad y localizados en las laderas escarpadas al sur y al norte de la Salina Grande, se encuentran directamente aflorando los sedimentos terciarios de areniscas y bancos de ostreas; desarrollándose aquí los suelos de erosión Torriorthents-

Típico: por último los Natrargids ocupan áreas de pendientes suaves de poca extensión.

En general en el área la erosión Hídrica es intensa; los suelos no están cubiertos en su totalidad por la vegetación y presentan pendientes suficientes para que las aguas escurran produciendo erosión laminar entre los arbustos e intensificando la formación de carcavas.

Esta unidad se clasifica por su capacidad de uso dentro de la clase VII por la alta susceptibilidad a la erosión hídrica, dado las fuertes pendientes que presenta

UNIDAD CARTOGRAFICA No 7: CORDONES LITORALES

En esta unidad están agrupados tanto los cordones litorales ubicados al Oeste de Caleta Valdés, como el conjunto de islas que quedan al fondo de la misma y el cordón que separa la caleta del mar abierto; este cordón se extiende hasta cerca de Punta Norte.

Estos cordones formados por ascensos leves de la costa se extienden a menos de 20 m.s.n.m. casi paralelos a la misma; entre cada cordón quedan una serie de lagunas temporarias alargadas.

La caleta que se forma entre estos cordones y el externo, se van ensanchando hacia el fondo, donde se han formado una serie de islas y áreas deprimidas húmedo-salinas.

El cordón externo está formado por ripio sin materiales finos, por lo que la vegetación es casi nula; se extiende desde la boca de caleta hasta Punta Norte, con un ancho que varía de pocos metros a más de 1 km. y

una altura que alcanza los 8 m.s.n.m.

En esta unidad dominan los suelos Natrargids, desarrollados a partir de una capa arenosa franca que asienta sobre el manto de rodados. 京日本のことである 日本の日本のことを

La pendiente que presenta la unidad está dada por la convexidad de los cordones, que si bien es suave, ha permitido la formación de carcavas cortas que se originan a partir de las depresiones alargadas, o desde la caleta; esta forma de erosión no está muy extendida en esta unidad; sí lo está el escurrimiento en manto (erosión laminar), dada la baja permeabilidad de los suelos; el estancamiento de las aguas entre los arbustos donde se han formado pequeñas áreas deprimidas por deflacción, es común luego de las Iluvias.

La vegetación que domina es la estepa arbustiva (Chuquiraga avellanedae) con gramíneas (Stipa humilis, etc.); la cobertura supera el 80 %.

En el cordón de ripio externo, por la escasez de materiales finos para retener humedad, la vegeteción se limite a arbustos alslados (Schinus polygamus, Senecio sp.) y gramíneas (Stipa humilis, etc.)

Las áreas deprimidas, húmedas, forman peladales con arbustos aislados de Lycium sp.

Esta unidad se ubica dentro de la clase VI por su capacidad de uso, considerando los cordones internos con buena cobertura vegetal y suelos de texturas medias, consolidadas, que no se ven afectados por la erosión eólica; las pendientes que presentan, si bien suaves, los hacen susceptibles a la erosión laminar.

BIBLIOGRAFIA

BARBERIS, Luis 1969 Gura de Reconocimiento de Suelos en Campaña. Boletín Técnico Nro 8. C.E.A. Buenos Aires.

BARROS, V. SCIAN, B. MATTIO, H. 1979 Mapas de precipitación de la Provincia del Chubut. Centro Nacional Patagónico. Dirección de Recursos Hídricos. Chubut.: Argentina

CHRISTIAN,C. 1958 The concept of Land Units and Land Systems, C.S.I.R.O. Camberra Australia.

F.A.O. 1968 Definitions of Soil Units for the Soil Map of the World by Dudal R. Rome.

FERUGLIO, E. 1950 Descripción geológica de la Patagonia. YPF.

FERRO, E. 1962 Ponínsula Valdés. Segunda Edición.

GOOSEN, D. 1968 Interpretación de fotos aéreas y su importancia en el levantamiento de Suelos, F.A.O. Roma.

NORTHCOTE, K. 1965 Clave para el Reconocimiento de los Suelos Australianos. C.S.I. R.O. Australia.

PAPADAKIS, J. 1974 Posibilidades Agropecuarias de las Provincias Argentinas, Enciclopedia de Agricultura y Jardinería.

ROSTAGNO, C. 1977 Reconocimiento de los Suelos de Sierra San Bernardo y Llanura de Sarmiento. O.E.A. — INTA — CNP — Puerto Madryn - Chubut - Argenina.

SCIAN, B. MATTIO, H. 1975 Aplicación del Método de Thornthwaite para el cálculo del Balance Hídrico en la Provincia del Chubut. CNP - Puerto Madryn - Chubut - Argentina.

SERVICIO DE CONSERVACION DE SUELOS. 1974 Manual de Conservación de Suelos. USDA. Limusa. Méjico.

SERVICIO METEOROLOGICO NACIONAL Estadísticas Meteorológicas 1901 - 1950.

SOIL SURVEY STAFF, 1975. Soil Taxonomy. A Basic-System of Soil Classification for Making and Interpreting Soil Surveys.

SORIANO, A. 1956 — Los Distritos Florísticos de la Provincia Patagónica, RIA — Tomo $\rm X - 323$ - 348 Buenos Aires.

U.N.E.S.C.O. 1977 — Mapa Mundial de la Desertización. Nota explicativa. Conferencia de las Naciones Unidas sobre la Desertización.

一人不成此中人 医胸唇唇唇成形 等法的知識納化對人的機可

