

UNA METODOLOGIA SIMPLE PARA EL DIMENSIONAMIENTO DE PARCELAS DE ESCORRENTIA. Sandra Perret Durán. Ingeniero Forestal, U.de Chile. División Silvicultura, Instituto Forestal. Santiago. Chile.

RESUMEN

La gestión hídrica en las zonas áridas y semiáridas debe constituir el principal elemento de análisis para el manejo sustentable de los recursos naturales, debido a la escasa oferta de agua y a su gran demanda para diversos usos. Si se analiza el proceso precipitación - escorrentía, se advierte la gran cantidad de caudal sólido que se transporta, dando origen a fuertes procesos erosivos. Sin embargo, no existe para estas zonas una cuantificación de pérdidas de suelo. Es por esto que es fundamental desarrollar investigación que aborde la conservación de los recursos naturales mediante una metodología de cuantificación de pérdida de suelo y escorrentía, bajo diferentes tipos de cultivos, con el fin de aportar a la solución del problema de conservación de suelos y utilización óptima del escaso recurso agua.

Con el objetivo de contribuir a ello se presenta en este artículo una metodología para el diseño y dimensionamiento de dispositivos para la medición de los sólidos y agua producto de la escorrentía, de manera que sirva de guía para otras investigaciones sobre el tema.

INTRODUCCION

Chile se enmarca dentro de la Región Biogeográfica Mediterránea, con un clima de tipo estacionario, coincidiendo los veranos cálidos con la falta de lluvias.

Las lluvias torrenciales, además de mal distribuidas, suelen presentar gran intensidad en reducidos lapsos de tiempo. La IV Región no está ajena a estas características, existiendo registros de tormentas en la zona de 50 a 80 mm en 24 horas. Uno de los sectores más afectados de esta Región es la provincia del Choapa, la cual presenta procesos erosivos de gran magnitud, que se han visto incrementados por el mal uso de la tierra con la sobreexplotación de la cubierta vegetal autóctona con fines energéticos y ganaderos (IREN, 1977).

La falta de información especialmente en lo referente a la degradación del suelo, ha llevado al Instituto Forestal a desarrollar un proyecto de investigación que tiene como objetivo cuantificar el monto de pérdida de suelo en función de la erosión hídrica. La metodología se basa en la instalación de módulos o áreas de comprobación de prácticas de conservación de suelo, que permiten evaluar, en relación a la productividad de los diferentes tratamientos y a los montos de pérdidas de suelo, los métodos culturales de menor riesgo para la zona de estudio.

El presente trabajo tiene como finalidad entregar algunas pautas para la determinación de las dimensiones de los colectores de sedimentación y agua de escorrentía en parcelas experimentales.

El objetivo específico de estas parcelas experimentales es dimensionar las pérdidas de suelo y agua, bajo diferentes prácticas de conservación de suelo y cultivos.

METODOLOGIA, SUPUESTOS Y DATOS BASICOS

Las metodologías de investigación usadas para el estudio de la erosión del suelo por el agua son muy variadas, tanto en las técnicas como en los procedimientos que utilizan.

La instalación de parcelas experimentales para la determinación de los montos de pérdidas de suelo y escorrentía permite diseñar los más variados experimentos, de manera de averiguar la influencia que ejercen sobre el medio las diferentes condiciones y prácticas de uso conservacionistas. Estas requieren por lo tanto de la toma de datos sobre diferentes factores que actúan independientemente o en forma interactiva, tales como suelo, pendiente, cultivo y manejo.

Parcelas Experimentales como Método de Investigación

Existen diferentes métodos de investigación para estudiar la erosión del suelo que reúnen un gran número de técnicas y procedimientos. Por ejemplo se pueden citar las observaciones de campo, los simuladores de lluvias, los estudios de laboratorio y las parcelas de escurrimiento entre otras.

Las parcelas de escorrentía pueden a su vez tener diferentes dimensiones, dependiendo del objetivo que se quiera lograr con su instalación. El hecho de tener factores predefinidos permite determinar en forma más certera las pérdidas de suelo de manera que los resultados obtenidos se puedan extrapolar a superficies mayores de similares características.

Es así como para la evaluación de prácticas silvoagropecuarias se requieren dimensiones mínimas que permitan labrar la tierra con animales o maquinaria agrícola. Las dimensiones más usadas son de 6 a 10 m de ancho y hasta 32 m de largo dependiendo de la pendiente del terreno y de las dimensiones de los colectores o receptores de escorrentía.

Demarcación y Dimensionamiento de las Areas de Control de Erosión.

El objetivo de estas parcelas es recoger el agua de escorrentía y el posible

arrastre de suelo, de forma de conocer la influencia que ejercen las diferentes prácticas de conservación sobre la recuperación y reducción de los procesos erosivos. La instalación de las parcelas o áreas de comprobación para este ensayo, se efectuó en una de las laderas de la quebrada "El Pantano", cercana a Illapel en la IV Región, tomando como base que los módulos o bloques quedaran en condiciones similares de pendiente, exposición, relieve y altitud, de manera que la variabilidad en el bloque fuese mínima.

Las parcelas son de tipo rectangular con el eje longitudinal orientado hacia la pendiente, de 18 m de largo por 7 m de ancho.

En términos generales consiste en una faja bien definida, con un elemento para concentrar la escorrentía en su extremo más bajo y un colector para recibir el sedimento transportado.

Los principales componentes de estas parcelas experimentales son (Figura N°1):

- A.- Parcela independiente de superficie prefijada con pendiente uniforme y cultivada de diferentes maneras.
- B.- Plataforma metálica que recoge el agua de escorrentía y el sedimento proveniente de la parcela.
- C.- Depósito de decantación que tiene por función recoger los materiales sólidos procedentes de la plataforma metálica.
- D.- Partidores que dividen el volumen de agua escurrida conduciendo una parte de ella a los depósitos generales.
- E.- Depósitos generales que acumulan el agua de escorrentía.
- F.- Estación Meteorológica que mide la cantidad de agua caída, temperaturas, humedad relativa, presión barométrica y viento.

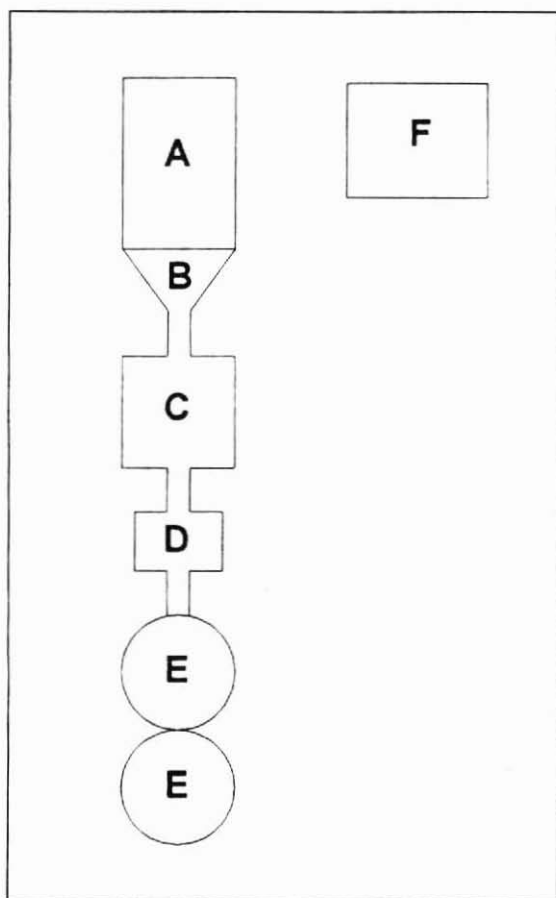


Figura N° 1 COMPONENTES PARCELA EXPERIMENTAL

Las dimensiones de cada uno de estos componentes se determinaron en base a dos supuestos: la máxima intensidad de precipitación que se puede esperar en dicha zona en un día y una estimación de la capacidad de infiltración de dichos suelos.

Según datos de pluviometría de la estación de INFOR, ubicada en el predio Bellavista comuna de Illapel (Cuadro N°s 1 y 2), en los últimos 5 años la mayor precipitación registrada en un día fue en el mes de Julio de 1987, con 83 mm. En base a estos datos y a la probabilidad de ocurrencia de dicho evento se determinaron las dimensiones de los recipientes o colectores de sedimento. Se

cotejó dicha información climatológica con una serie de datos históricos entre los años 1913 a 1948, de la estación perteneciente a la Oficina del Agua Potable de Illapel, y éstos ratifican la intensidad que se produjo el año 1987 en un día. Esta información se entrega en el Cuadro N°3.

Cuadro N° 1

**INTENSIDAD MAXIMA EN UN DIA SEGUN AÑO Y MES
ESTACION PREDIO BELLAVISTA ILLAPEL (INFOR)
(mm)**

Año	Meses											
	Enero	Feb.	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agost.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
1987	29,0			6,0	14,0	26,0	83,0	32,0	3,0	10,0		
1988						9,0	16,0	13,0			3,0	
1989					31,0		18,0	39,0				
1990	S/l						18,0	4,0	2,0			
1991					31,0	42,0	12,0		12,0			

Cuadro N° 2

**PRECIPITACIONES MENSUALES POR AÑO ESTACION
PREDIO BELLAVISTA ILLAPEL (INFOR) (mm)**

Año	Meses												Total
	Enero	Feb.	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agost.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	
1987	29,0			6,0	33,0	42,0	355,0	104,0	3,0	10,0			582,0
1988						16,0	23,9	20,0			3,0		62,9
1989					35,5		42,0	51,0					128,5
1990	S/l						42,0	4,0	2,0				48,5
1991					31,0	126,0	23,0		25,0				205,0

Cuadro N° 3

PRECIPITACIONES MENSUALES POR AÑO
ESTACIÓN AGUA POTABLE ILLAPEL IV REGION
 (mm)

Año	Meses												Total
	Enero	Feb.	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agost.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	
1926					24	252	93	23	8				400
1927			1		58	124	61	23	8				275
1928				32	45	84	51	3	1				216
1929	2				13	116	20	58	11				220
1930				11	29	68	90	18	13	26	4		259
1931				18	3	76	62	48	46		5		258
1932					31	90	5	45				10	181
1933	16	8			23	40	16	15		2			120
1934					137	76	1	3	9	6			232
1935					4	24	45	15	2	44			134
1936				9	45	18	58	47	5	2			184
1937					2	39	45	73	7	5			171
1938			24		112	43	24			4			207
1939					15	70	1	9	15	21		25	156
1940				3	23	91	77	67	14				275
1941				81	81	32	64	137					395
1942					44	71	51	138	10	24	33		371
1943					27	42	31	44	1	1			146
1944		4		23	43	82	26	101		18			297
1945		57		2			3	35	17				114
1946				8	25	46	16	31					126
1947				5		76	90	60		30			261
1948				17	63	34	78		2				194

Aplicando el modelo de distribución de Gumbel (CONAF, 1986) se pueden predecir los valores de ciertas variables hidrológicas asociadas a una probabilidad de ocurrencia. Este modelo ha dado buenos resultados cuando se ejecuta con valores extremos, lo cual no implica que para valores medios los resultados no sean satisfactorios.

La función de Gumbel queda definida como:

$$F(x) = P(\beta < = x) = e^{-e^{-d(x-u)}} \quad \text{con } -\infty < x < \infty \quad (1)$$

Donde :

x, valor a asumir por la variable aleatoria
d y u, parámetros y
e, base de logaritmos neperianos

Despejando x de (1), queda:

$$x = u - \frac{\ln(-\ln F(x))}{d} \quad (2)$$

Donde:

$$u = \bar{x} - 0,450047 * S \quad (3)$$

$$1/d = 0,779696 * S \quad (4)$$

Donde :

x = Media aritmética de la serie de datos
S = Desviación típica de la muestra de datos

Según la serie de datos obtenida del Cuadro N°1, se ejecutó el programa de Gumbel desarrollado en lenguaje BASIC y compilado en TURBO-BASIC. De los datos utilizados se deduce que los montos presentan una extrema variabilidad, los resultados obtenidos son los siguientes:

La función de Gumbel queda definida por:

$$F(x) = e^{-e^{-4,75E - 0,02(x - 27,4546)}} \quad (5)$$

El test de bondad de ajuste de Kolmogorov-Smirnov, entrega los siguientes resultados:

- D calculado = 0,194
- Tamaño de muestra N = 5
- Coeficiente de determinación R² = 0,82

Lo que indica que el modelo elegido explica en un 82 % las variaciones de las frecuencias de lluvia observadas, lo que es satisfactorio.

En este contexto, si de la ecuación (5) se despeja x , queda:

$$X = 27,4546 - \frac{\ln(-\ln F(x))}{4,75 \cdot 10^{-002}}$$

Luego para determinar los montos de precipitación en 24 horas, asociados a un período de retorno y a una probabilidad, se aplica la ecuación anterior y se obtienen los X_i .

Cuadro N° 4

**PRECIPITACIONES MAXIMAS EN 24 HORAS
ASOCIADAS A UN PERIODO DE RETORNO**

Periodo de Retorno (años)	F (x)	Variable X_i , Asociada al período de retorno
2	0,5	35,167
3	0,667	46,449
4	0,75	53,67
5	0,8	59,016
6	0,833	63,267
7	0,857	66,799
8	0,875	69,82
9	0,889	72,461
10	0,9	74,806
11	0,909	76,916

Los colectores deben tener suficiente capacidad para contener todo el escurrimiento y sedimento que se produzca en una tormenta máxima probable.

Para el cálculo de los dispositivos de sedimentación se realizaron dos tipos de análisis, que son los que se describen en los puntos siguientes.

-Determinación de una Metodología de Cálculo a través de un Razonamiento Lógico.

Para determinar la cantidad de agua caída en las parcelas experimentales se asumieron los siguientes supuestos:

A.- Que la precipitación máxima esperada en 24 horas sea de 83 mm.

B.- Que el escurrimiento máximo esperado sea de 80 % del agua caída.

Se tiene en consecuencia que:

-La superficie de las parcelas es de :Sp = 126 m² (7m x 18m)

-El agua caída es de :Ac = 0,083 m

-El volúmen esperado es de :Ve = Sp x Ac => Ve = 10,46 m³

Pero al considerar el segundo supuesto "B", el volúmen Ve cambia a:

$$Ve_2 = Ve \times 0,80 = > Ve_2 = 8,37 \text{ m}^3$$

$Ve_2 = 8.370 \text{ litros}$

Si se asume que se debe recibir dicha cantidad de agua para ser medida, el recipiente sería demasiado grande y de alto costo, por lo cual se consideró la utilización de recipientes de 200 litros y se dejó un margen de seguridad en su extremo superior de 10 cm para evitar un posible rebalse.

Las dimensiones del tambor de 200 litros son:

-Ancho = 55 cm de diametro (d)

-Altura = 87 cm interior (l)

Luego, si se disminuye 10 cm en l se tiene que el volúmen del tambor (Vt) es de :

$$Vt = (\pi * r^2) * (l-10) = > Vt = 182,94 \text{ litros}$$

En forma práctica se instalaron dos tambores para recibir la escorrentía de la parcela lo que significa acumular un volumen de $V_t \cdot 2 = V$.

$$= > \quad V = 365,88 \text{ litros}$$

Pero como ya se señaló anteriormente el total de agua que provendría de la parcela con una lluvia de 83 mm sería de 8.370 litros, por lo cual es necesario diseñar un partidore que divida el agua en tantas partes iguales para sólo acumular un equivalente (alícuota) a 365,88 litros.

Es así como la cantidad de alícuotas que debería tener este partidore (P) es de:

$$V_{e_2} / V = > P = 23 \text{ alícuotas o partes iguales}$$

Ya se sabe en forma aproximada la cantidad, pero se necesita saber que dimensiones debe tener el depósito de materiales sólidos, para determinar esto se consideran los siguientes supuestos:

- Pérdida de suelo equivalente a 32 t/ha/año (Peralta, Com. Pers.).
- Precipitación máxima en un día de 83 mm
- Precipitación del año máxima de 582 mm

Luego, 32 t/ha/año equivalen a 3,2 Kg/m² /año y como la parcela tiene 126 m², significa que la pérdida de suelo para dicha unidad muestral es de 403 Kg/año.

En una lluvia torrencial se acumularía aproximadamente el 15% de dicho valor, lo que equivale a 61 Kg/24 h de pérdida de suelo.

De la tabla de equivalencia de pesos medios de materiales se seleccionó el de arena o tierra seca (INFOR, 1976), debido a que es el que más se asemeja a las características del suelo de la zona en estudio. En este, 1m³ es equivalente a 1.600 Kg/m³ por lo tanto 61 Kg corresponde a 0,03812 m³ y se necesitaría entonces como mínimo un recipiente de 38,12 litros para el almacenamiento de sedimentos.



-Cálculo de la Escorrentía a partir del Método del Número de Curvas del Servicio de Conservación de Suelos de los Estados Unidos (S.C.S.).

Los métodos que asumen la hipótesis hortoniana de la generación de la escorrentía superficial y en la cual se considera como el principal generador de la escorrentía superficial, a la escorrentía de tormenta, suelen tener dos procesos diferentes (Mintegui y Lopez, 1990):

- a) Evaluar la precipitación efectiva. Esta se obtiene de restar a la precipitación total las pérdidas iniciales y la infiltración a lo largo de un período;
- b) Transformar esta precipitación efectiva en caudal de avenida. Esto se efectúa mediante el coeficiente de escorrentía, es decir de la relación media existente entre la precipitación total y la escorrentía directa.

Se realizó la operación del cálculo de los depósitos de sedimentación por medio del Método del Número de Curvas como forma de comprobación con la del punto anterior.

El Servicio de Conservación de Suelos de los EEUU estableció una clasificación de los llamados complejos hidrológicos a los que se asignó una capacidad de infiltración. Esta capacidad de infiltración queda definida por el tipo de suelo hidrológico y la cubierta vegetal asociada a un tratamiento cultural.

Para el caso de este proyecto el grupo de suelos que se asumió fue el equivalente al de un potencial de escurrimiento máximo, con suelos poco profundos en el cual el mayor porcentaje de partículas la constituyen las arcillas, las cuales aumentan de volumen al mojarse. Según la Tabla N°1, se tienen las siguientes condiciones:

- | | |
|----------------------------|---------------------------|
| -Uso de suelo | : barbecho |
| -Tratamiento | : hileras rectas |
| -Condición de infiltración | : practicamente nula |
| -Grupo hidrológico "D" | : Equivalente a un N = 94 |

Cuadro N°5

NUMERO DE LAS CURVAS DE ESCORRENTIA PARA COMPLEJOS HIDROLOGICOS DE TIERRAS PARA CUENCAS EN CONDICION II P = 0.2 S

Uso del Suelo y Cubierta	Tratamiento o Método	Condición para la Infiltración	Grupo Hidrológico del Suelo			
			A	B	C	D
Barbecho	SR		77	86	91	94
Cultivo en Hilera	SR	Mala	72	81	88	91
	SR	Buena	67	78	85	89
	C	Mala	70	79	84	88
	C	Buena	65	75	82	86
	C y T	Mala	66	74	80	82
	C y T	Buena	62	71	78	81
Gramíneas	SR	Mala	65	76	84	88
	SR	Buena	63	75	83	87
		Mala	63	74	82	85
		Buena	61	73	81	84
	C y T	Mala	61	72	79	82
	C y T	Buena	59	70	78	8
Legumbres Tupidas o	SR	Mala	66	77	85	89
Rotación de Praderas	SR	Buena	58	72	81	85
		Mala	64	75	83	85
		Buena	55	69	78	83
	C y T	Mala	63	73	80	83
	C y T	Buena	51	67	76	80
Pradera o Pastizal		Mala	68	79	86	89
		Regular	49	61	79	84
		Buena	39	61	74	80
		Mala	47	67	81	88
		Regular	25	59	75	83
		Buena	6	35	70	79
Pradera (Permanente)			30	58	71	78
Bosques (Lotes de Bosques)		Mala	45	66	77	78
		Regular	36	60	73	79
		Buena	25	55	70	71
Cascos de los Ranchos (Alquerías)			59	74	82	86
Caminos Fangosos			72	82	87	89
Superficie Dura			74	84	90	92

SR, Hileras Rectas; C, Por Líneas de nivel; T, Terrazas, C y T, Terrazas a Nivel

Se asume que las condiciones de humedad del suelo después de una lluvia son muy altas, por lo cual el valor del número de curvas N de 94 equivalen a un N de 98,8.

El número N representa un valor relativo del fenómeno como producto directo de la escorrentía. Mientras más se acerca el valor de N a 100, mayor es el volumen de escorrentía directa que puede esperarse de una tormenta.

Para determinar el número hidrológico N o número de curvas que le corresponde a una cuenca determinada, se evalúa en ella misma sus características de suelo y vegetación de acuerdo a la Tabla N°1, tomando un muestreo para distintas situaciones que presente la cuenca. El resultado de esos valores se expresa como sigue:

$$N = \sum N_i S_i / S$$

Donde :

S_i : Superficie de la cuenca afectada por un número hidrológico N.

S: Superficie total de la cuenca.

Una vez obtenido el número de curvas se procede al cálculo de la escorrentía directa, la que esta dada por :

$$Q = \frac{(P - 0,2 S)^2}{(P + 0,8 S)}$$

Donde :

Q: Escorrentía directa en mm

P : Precipitación del aguacero en mm (o del tiempo que se quiera medir).

S: Diferencia de potencial entre P y Q expresado en mm. Este parámetro esta determinado por el número hidrológico y se define como :

$$0,2 S = 0,2 ((25.400 - 254 N)/N)$$

Despejando S se tiene:

$$S = (25.400 - 254 N) / N$$

Reemplazando N en la Ecuación se tiene el siguiente valor de S:

$$S = (25.400 - 254 * 98,8) / 98,8$$

$$S = 3,08502$$

Luego reemplazando S en Q se tiene:

$$Q = \frac{ (83 - (0,2 * 3,08502))^2 }{ 83 + (0,8 * 3,08502) }$$

$Q = 79.409 \text{ mm}$

Por lo tanto, como la parcela tiene una superficie de 126 m² y el agua caída es de 0,079409 m, se obtiene un volumen equivalente a 10,006 m³, lo que equivale a 10.006 litros de caudal en la parcela.

Como se señaló anteriormente, la capacidad de los tambores es de 183 litros cada uno y existiría una pérdida de suelo equivalente a 29 litros. Suponiendo que de este caudal sólido un 5 % se acumula en el primer depósito y que el resto pasa al depósito de agua se tiene que:

$$Q = 10.006 + 15 \implies Q = 10.029 \text{ litros}$$

Luego si los tambores retienen solo 366 litros, se debe fabricar una estructura que tenga aproximadamente 28 alicuotas, para así poder captar solo una parte del agua que evacuaría la parcela de medición.

Diseño de los Partidores

Después de estos dos análisis para dimensionar las estructuras a instalar en las parcelas de erosión, se procedió a diseñar los dos partidores, el primero de ellos divide el agua en 4 partes iguales y el segundo divide en 7 partes iguales la porción que trae el primer partidor. Constituyéndose la unidad muestral de

la escorrentía en 1/28 del agua caída en la superficie experimental.

A continuación se incluye una figura donde se muestra el detalle y dimensionamiento de las estructuras que contendrán los materiales de arrastre producto de la erosión (Figura N°2). El detalle de los colectores de sedimentación, escorrentía y del partidor de agua se entregan en la Figura N°3.

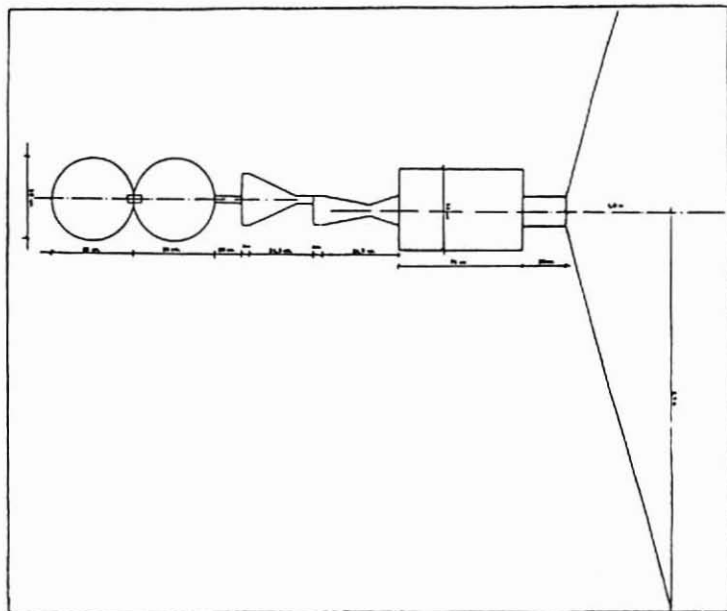


Figura N°2. VISTA DE PLANTA DEL DISEÑO DE LOS DISPOSITIVOS DE EROSION

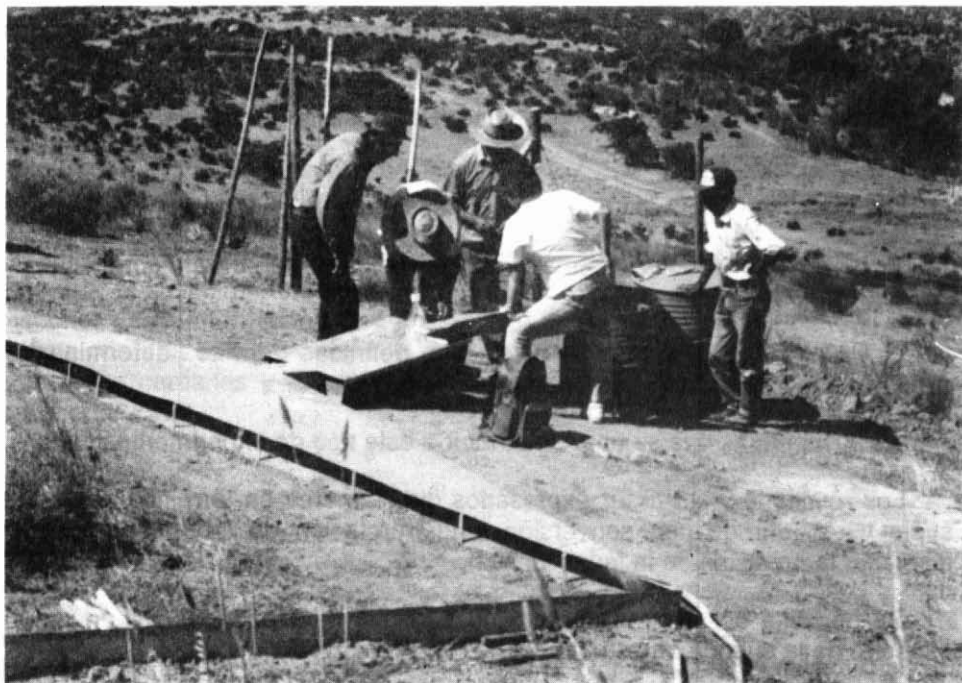


Figura N°3. FOTO DEL ESTABLECIMIENTO DE LOS COLECTORES PARA MEDICION DE EROSION

COMENTARIOS

El contar con parcelas experimentales para la medición de la erosión y escorrentía permite diseñar los más variados experimentos, de manera de ver la influencia que pueden ejercer sobre los recursos suelo y agua las diferentes prácticas de cultivo.

Sin embargo, es necesario tener en consideración que el efectuar estudios a nivel de parcelas, requiere forzosamente de un número determinado de variables como vegetación y clima. Algunas de las variables dependientes típicas son la erosión, escorrentía superficial e infiltración, algunas de las

variables independientes susceptibles de utilizar son los parámetros climáticos, las características de suelo y los sistemas de cultivo o vegetación.

Las ventajas que ofrece este tipo de análisis a través de parcelas experimentales son:

-Las áreas son relativamente homogéneas

-Se pueden efectuar el número de repeticiones por tratamiento que se estime necesario.

-El hecho de que sean superficies bien definidas permite determinar las causas y efectos de cada tratamiento

Las desventajas que se pueden atribuir a este tipo de experimentos son:

-Los resultados, al no ser expresados directamente en términos de agua y suelo y requerir de una conversión e interpretación de laboratorio, pueden disminuir la precisión de la investigación.

-Se necesita de un gran número de parcelas para poder cubrir un amplio espectro de la cuenca en estudio.

En forma práctica, al seguir el proceso de formulación y puesta en marcha de este tipo de parcelas experimentales, es necesario ir salvando una serie de obstáculos como son:

-Al empezar el análisis del dimensionamiento de las parcelas de escorrentía surgen trabas de tipo económico y operacional, luego lo más recomendable es hacer una iteración de los ajustes hasta llegar a un óptimo. Para ello lo ideal es contar con la mayor cantidad de información posible de precipitaciones del área de estudio, de manera que las predicciones cuenten con una mayor consistencia y por ende una mayor probabilidad de acierto.

-En segundo lugar, una vez efectuado el análisis para el dimensionamiento de las parcelas y dispositivos de los sólidos y líquidos, es necesario diseñar un partididor de agua, ya que el construir un depósito que acumule todo el caudal a recibir sería de muy alto costo y poco operativo.

-Para el diseño del partididor se debe tener en cuenta que este es un instrumento de precisión, debe ser realizado por un técnico calificado, y la cantidad de alicuotas dependerá de las dimensiones de la parcela y la máxima precipitación de probable ocurrencia en el área de estudio.

-Para el cercado de las parcelas en terreno se pueden utilizar diferentes materiales como madera, concreto, adobe y hojas metálicas. Según un estudio de costos efectuado para la instalación de estas parcelas en La Comunidad Agrícola de Tunga Norte (Quebrada Quelón), los costos más bajos se obtuvieron utilizando planchas de acero galvanizado de 0,6 mm de espesor y de 30 cm de altura de fleje.

-Otro factor a considerar cuando se realiza este tipo de estudios es el contar con una estación meteorológica cerca del lugar de ensayo, de manera de disponer de la información climática según la periodicidad deseada. Si no se cuenta con una estación propia se debe recurrir a los registros diarios de otras estaciones cercanas y efectuar algún tipo de ajuste, como el de Gumbel ya explicado.

REFERENCIAS

INFOR, 1976. Tablas y Factores de Conversión. Manual N° 7. Santiago, Chile. 97 páginas.

IREN, 1977. Estudio de las Comunidades Agrícolas IV Región. Uso y Manejo Actual. Instituto de Investigación de Recursos Naturales. Corporación de Fomento de la Producción, Publicación 20. Santiago, Chile, 54 páginas.

IREN-CORFO, 1978. Estudio de las Comunidades Agrícolas de la IV Región. Santiago, Chile volúmenes 9 y 10 (publicación 20).

Mintegui, A.J. y Lopez, U.F., 1990. La Ordenación Agrohidrológica en la Planificación. Departamento de Agricultura y Pesca, Gobierno Vasco. Primera parte, 172 páginas.

CONAF, 1986. Instructivo Técnico N° 5. Determinación de valores Probabilísticos para Variables Hidrológicas. 8 páginas.

