

AGRICULTURA DE LADERAS A TRAVÉS DE ANDENES, PERÚ

Javier Blossiers Pinedo, Ing. Agr. Sistemas de Riego no Convencional;
Carmen Deza Pineda, Ing. Forestal, Ecología Botánica;
Bárbara León Huaco, Ing. Industrial, Tecnologías Apropriadas al Ambito Rural;
Ricardo Samané Mera, Ing. Agr., Conservación de Suelos y Aguas..
TECNIDES.

Antecedentes históricos

La agricultura en los sistemas de terrazas o andenes, es una tecnología agrícola ancestral que se ha desarrollado en muchos lugares del mundo como respuesta económica, social y técnica a un medio adverso, encontrándose particularidades de acuerdo al lugar y al nivel de desarrollo de las culturas (**figura 60**).

En el Perú existe una superficie aproximada de un millón de hectáreas de andenes (Masson 1984), de los cuales aproximadamente el 10% está en uso permanente, 20% en uso temporal o estacionario y el 70% abandonado o destruido, representando el 4,0, 8,0 y 28,1% respectivamente del área agrícola total cultivada en el Perú (2 490 000 has). En la **figura 61** y **cuadro 23**, se presentan los resultados de la evaluación del estado de conservación de los andenes en 10 Departamentos.

En el Perú, el andén es una práctica conservacionista que los antiguos pobladores dominaron ampliamente llegando a construir verdaderos complejos agrícolas de alta técnica hidráulica, utilizando para los muros piedras y para el relleno de la plataforma material acarreado y seleccionado (grava, suelo y materia orgánica). Con los andenes se logra utilizar racionalmente las laderas, minimizar el riesgo de heladas, lograr una mayor exposición al sol, controlar la escorrentía del agua, incrementar la infiltración, mantener un buen drenaje y mejor aireación del suelo agrícola.

En la actualidad es una práctica en desuso, salvo en ciertos lugares (mayormente en las partes bajas de las laderas) donde aún se conservan andenes bajo cultivo permanente o temporales. Lamentablemente la mayor parte de andenes que todavía pueden usarse están descuidados, abandonados y/o derruidos.

Los andenes son conocidos como “pata pata” en quechua o “takwana” en Aymara. Se estima que su construcción fue iniciada hace aproximadamente 3 000 años a.C., desarrollándose junto a la expansión del cultivo de maíz.

Andenes y terrazas en el mundo.

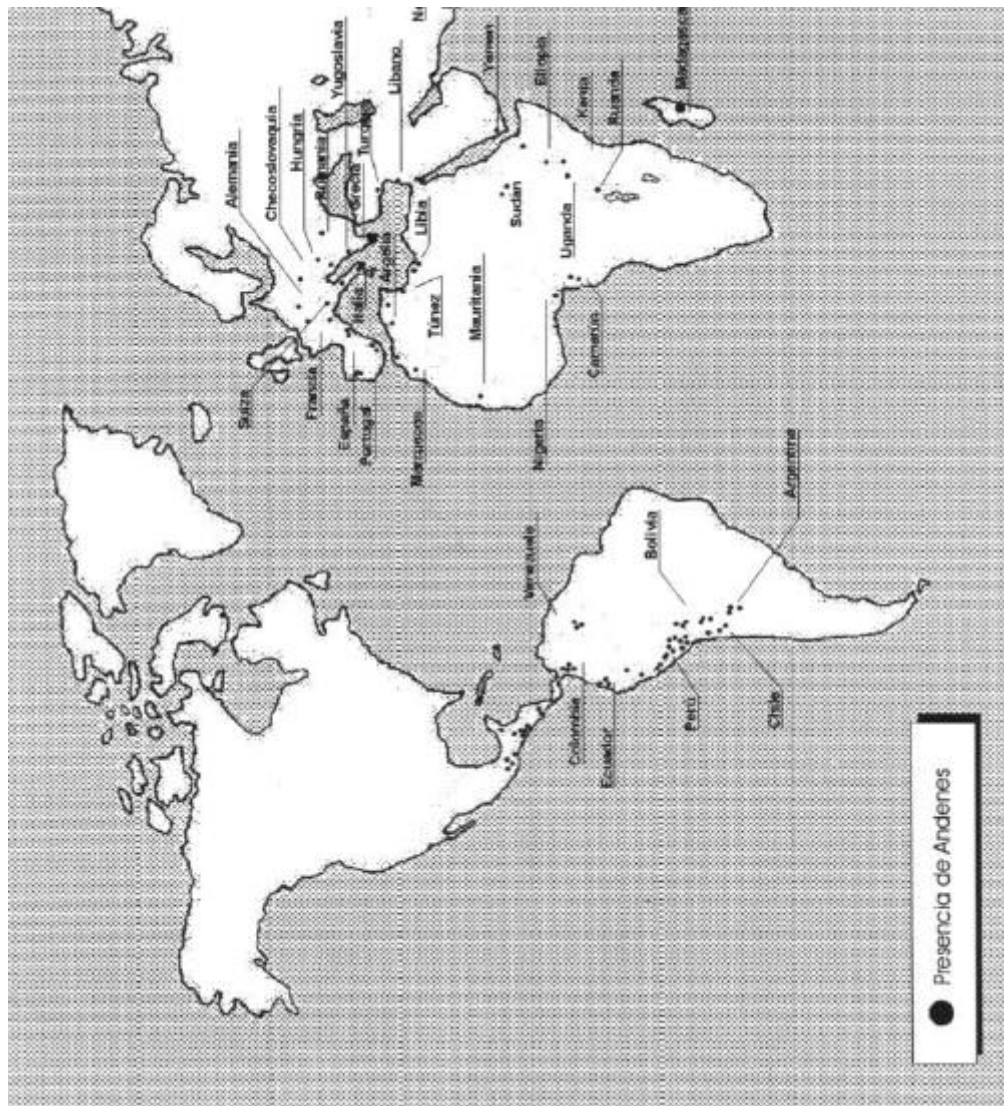
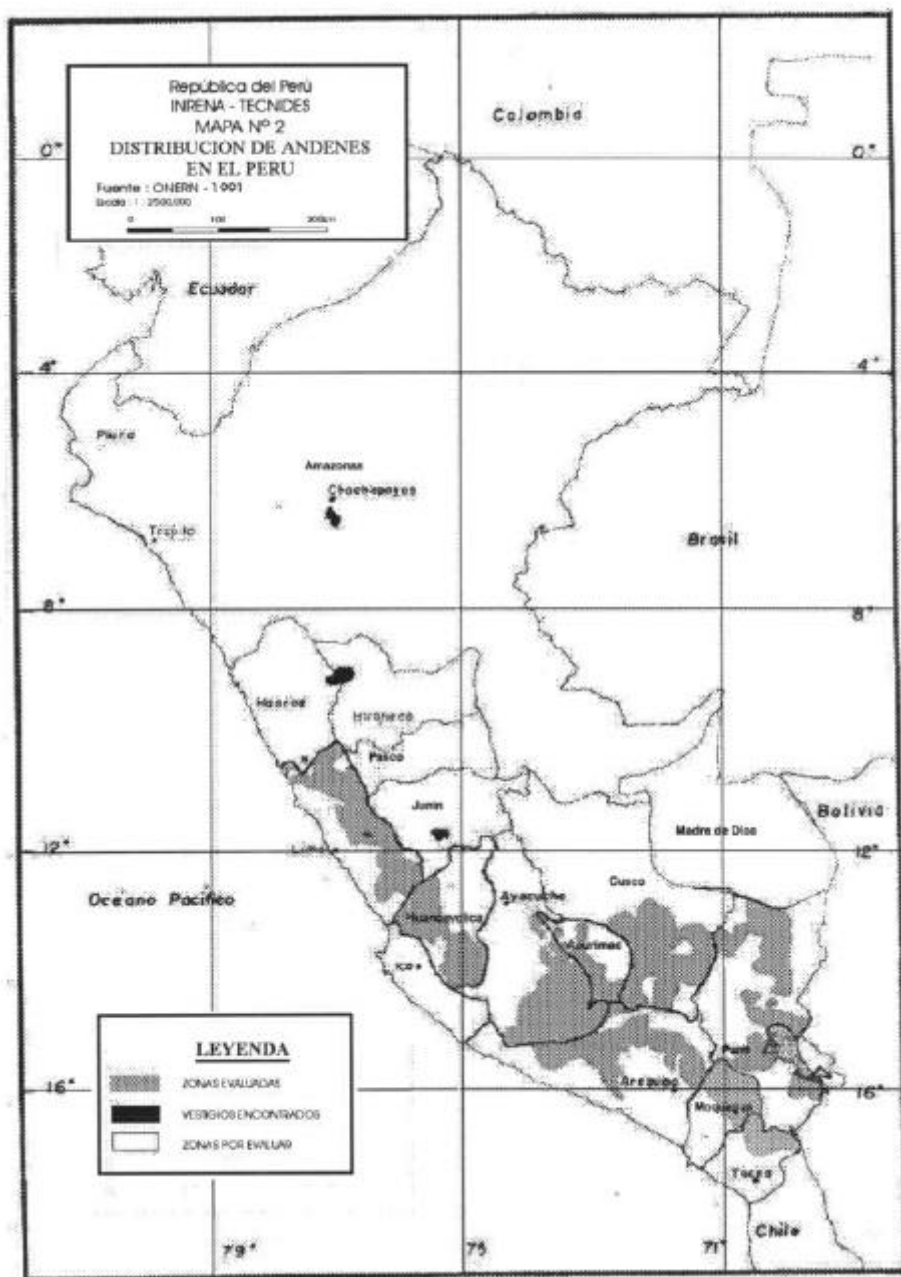


Figura 61. Distribución de andenes en el Perú.



Zonas de andenes evaluadas en el Perú (1991).

Estado de Conservación y Uso	Apurímac		Arequipa		Ayacucho		Cuzco		Huancavelica		Ica		Lima		Moq	
	ha	ha	ha	ha	ha*	ha**	ha**	ha**	ha***	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha
• Conservados con uso Permanente		3260		435		810		465						3055		4
• Conservados con uso Temporal		6775				410								945		
• Semi-Conservados con uso Permanente		10145		8675		4015		3305		160				4970		4
• Semi-Conservados con uso Temporal	6335	11855		4740		2790		6055		915				26315		2
• Derruidos con uso Permanente				7105		90		6520		310						
• Derruidos con uso Temporal	13740	6120		7310		13210		10490		960				26405		
• Derruidos sin Uso	1190	10110		8950		970		6315		1000				13710		5
TOTAL DEPARTAMENTAL	21265	48265	37215	22295	33150	3345	79400	15								
%	6,56%	14,89%	11,48%	6,88%	10,23%	1,03%	24,45%	5,								

* Evaluadas solamente en las Provincias de Parinacochas, Paucar de Sarasara.

** Falta evaluar la Provincia de Urubamba.

*** Evaluadas solamente en las Provincias de Huaytará y Castrovirreyna.

FUENTE: PRONAMACHCS, INRENA (EX-ONERN), UNALM (1991)

Aspectos Técnicos

Descripción

La agronomía en andenería es un sistema ancestral de cultivo en terrazas, que se aplica en laderas con pendientes del 4 al 60%; se caracteriza por la construcción de plataformas continuas escalonadas en las laderas de los cerros y superficies inclinadas de las quebradas, logrando así el aprovechamiento óptimo del agua. La cultura Andina en el transcurso de casi 3 000 años, ha perfeccionado la construcción de este sistema, diversificándola según su uso: para la producción agrícola, manejo del recursos hídrico, viviendas, experimentación y domesticación de plantas entre otros. Los andenes continúan siendo la tecnología agrícola que mejor utiliza el recurso humano y el medio más adecuado para evitar la erosión de los suelos de laderas.

La agricultura en andenería es muy diversificada. Actualmente se conducen cultivos de alfalfa y papa en rotación con maíz, oca y olluco; del mismo modo se producen flores y frutales como manzanos, paltos y chirimoyos en andenes de dos metros de ancho que sólo admiten un surco. Esto se puede observar en el Valle del Rímac (Lima), donde el 90% de los andenes son irrigados. Es importante mencionar que cada andén tiene un boquerón de ingreso para el agua y un boquerón para el desagüe de los excedentes.

Los andenes generalmente tienen una longitud que oscila entre 4 y 100 m, por un ancho que va desde 1,5 a 20 m; la terraza se encuentra sostenida normalmente por tres muros de piedra, de los cuales el de mayor longitud tiene la sinuosidad de la curva de nivel de la ladera y los otros dos en los extremos del andén, van paralelos con la máxima pendiente adyacente a la acequia y el camino empedrado o sólo a la acequia. Los muros miden normalmente entre 0,5 y 2 m de altura llegando ocasionalmente a 3 m. La estructura interna del andén consta de tres estratos, donde la capa del fondo es de piedras grandes, seguido de una capa intermedia de ripio o gravas y una capa superficial de hasta 0,7 m de tierra agrícola, que a veces es transportado de otro lugar. La estratificación por capas de tamaños diferentes permiten un mejor drenaje y una mayor estabilidad a la plataforma, disminuyendo así las fuerzas sobre el muro.

Objetivos

- Disponer de áreas agrícolas en regiones de fisiografía muy accidentada, donde el espacio horizontal existente es escaso o extremadamente árido para su desarrollo socioeconómico (zonas muy deprimidas).
- Estabilizar los taludes de laderas y reducir la velocidad de escorrentías de aguas a un régimen no erosivo que permita mantener y conservar la biodiversidad existente.

Ubicación y selección del sitio

Los andenes se ubican en laderas de montañas desde los 300 msnm hasta los 4 200 msnm y pueden ser irrigados con agua canalizada de ríos, lagunas manantiales, nieblas y lluvias estacionales sobre los 200 mm/año.

Diseños

Criterios de diseño de un andén

Para el establecimiento de un sistema de andenes hay que tener en cuenta lo siguiente:

- La pendiente de la ladera debe estar comprendida entre 4 y 60% , preferentemente por razones de costo.
- La disponibilidad y caudal de las fuentes de agua para riego: manantiales, ríos, lagunas, lluvias, neblinas, etc.
- La precipitación estacional anual en zonas de secano no debe ser menor a los 200 mm.
- Obtener y analizar los registros hidrológicos de la máxima precipitación y máxima avenida para el cálculo de caudales máximos y problemas de erosiones.
- Estudio geológico y edafológico de la zona para la descripción del perfil de la ladera.

Parámetros de diseño

A continuación se detallan los principales parámetros a tomarse en cuenta en el diseño de un andén (**figura 62**).

Pendiente longitudinal de la terraza (S). Se define como la pendiente paralela a la curva de nivel de la ladera; dicho parámetro define la velocidad del flujo de agua (depende también del material de la rizósfera), para no ser erosivo y los valores fluctúan entre 0,1 y 0,3%.

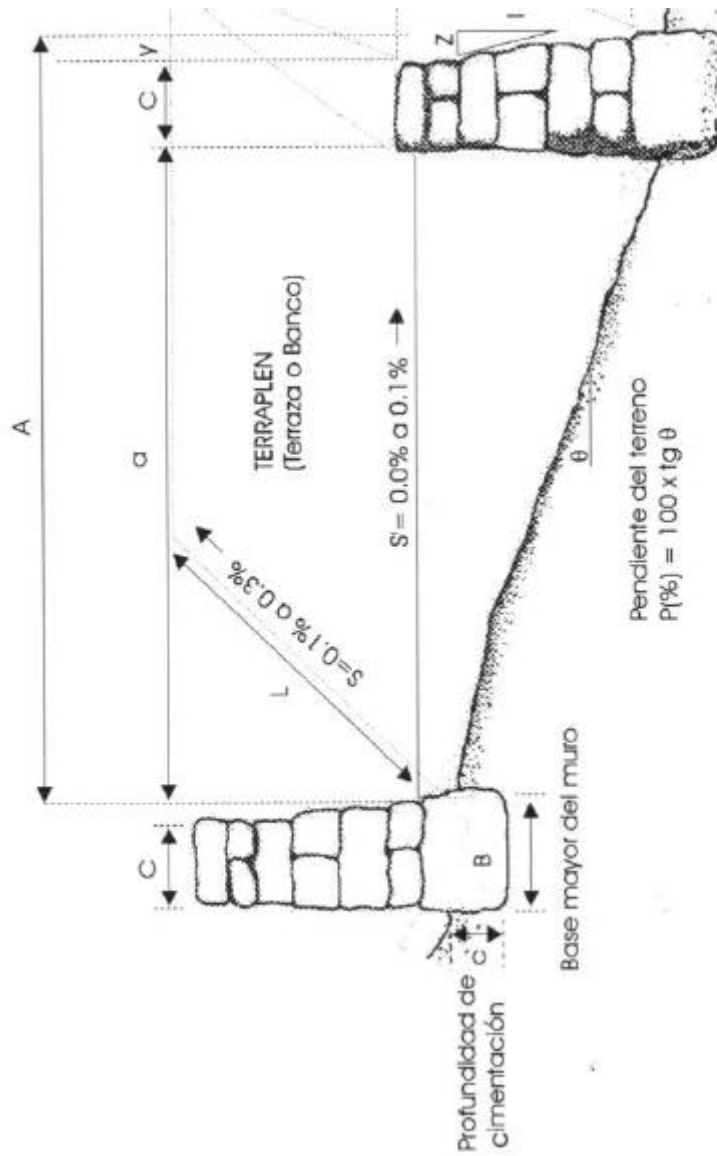
Pendiente transversal de la terraza (S'). La plataforma o terraplén constituye técnicamente el banco del andén y está formado artificialmente por diferentes estratos del suelo. Este relleno de la terraza, no siempre es completamente horizontal, por lo general mantiene una ligera inclinación exterior que viene a ser la pendiente transversal de la terraza que absorbe la precipitación normal de las lluvias y del agua de riego permitiendo una mayor infiltración. Los valores de la pendiente transversal fluctúan entre 0,0 y 0,1%.

Talud del muro de contención (Z). El muro nunca es vertical, se construye una pirca con ligera inclinación hacia adentro de la terraza; los valores del talud del muro fluctúan entre 0,05:1 y 0,15:1. El talud define la estabilidad del muro como soporte del perfil del suelo, tal estabilidad también depende de la forma, tamaño y peso de la roca empleada en la piedra.

Altura del muro (H)

El muro de contención puede tener entre 0,5 y 3 m de altura dependiendo mucho del tipo de material, pendiente de la ladera y límite de la fuerza humana para edificar los muros de piedra pircada; en promedio esta altura alcanza 1,5 m, ocasionalmente llega a los 3 m de altura.

Parámetros de diseño de un andén.



a = Ancho de la terraza.
 H = Altura del muro.
 B = Base mayor.

y = Proyección horizontal de la inclinación.
 c = Profundidad de cimentación.

A = Ancho de andén.
 L = Longitud de terraplén.

S = Pendiente de terraplén.
 θ = Grado de inclinación de terraplén.
 Z = Inclinación del muro de contención.
 C = Ancho de la corona del muro.

El tamaño y forma de la roca son importantes para asegurar una buena estabilidad del muro; por ejemplo los cantos rodados y las piedras pequeñas no aseguran una buena estabilidad, lo que obliga a disminuir la altura del muro; en cambio las piedras grandes de formas regulares garantizan mayor estabilidad, permitiendo construir muros mucho más altos. La altura del muro de contención depende de la textura y profundidad de los suelos de la ladera.

El ancho mínimo de la base mayor del muro (B), debe estar comprendido entre 0,34 a 0,45 H; el ancho del muro en la parte superior (C) debe estar entre los 0,2 y 0,4 m; la profundidad de cimentación mínima (c) debe estar los 0,30 a 0,35 H, generalmente en la base del muro debe emplearse piedras grandes (0,4 a 1 m de diámetro).

Ancho del andén (A)

Es la distancia horizontal entre los muros longitudinales de dos andenes consecutivos. Su dimensión está en razón directa a la altura del muro y en razón inversa a la pendiente original del terreno según la siguiente relación:

$$A = H / \operatorname{tg} \theta$$

Donde:

- A= Ancho del andén (m)
- H= Altura del muro (m)
- θ = Angulo de inclinación del terreno (ladera)

Cuando el valor de (θ) crece, el distanciamiento entre muros es definido por el valor de H, que para los casos de suelos superficiales o poco profundos, obliga por seguridad a disminuir la altura del muro y consecuentemente el ancho del andén (A).

El ancho del andén está determinado por la siguiente relación:

$$A = a + C + Y$$

$$Y = Z \times H$$

Donde:

- A= Ancho del andén (m)
- a= Ancho del banco o terraplén (m)
- C= Ancho de la corona del muro (m)
- Y= Proyección horizontal del talud del muro
- Z= Talud del muro de contención (0,05 a 0,15)
- H= Altura del muro (m)

Largo de la terraza

La longitud de la terraza está limitada por la presencia de obstáculos como afloramiento de rocas, presencia de cárcavas, cambios bruscos en la orientación de la ladera, presencia de

cauces naturales o por excesiva pedregosidad; es por ello que en la determinación de L, interviene la configuración natural de la ladera que será tratada con andenería.

Dimensiones de la acequia de riego y partidores

Se trazan las acequias de riego a máxima pendiente aprovechando los cauces naturales del terreno o construyendo acequias protegidas con piedras y selladas con champa a lo largo de los caminos o en los extremos de los muros de contención; también estos canales son usados para el drenaje.

Las acequias de riego deben ser de sección rectangular con altura de 0,1 a 0,5 m, plantilla de 0,2 a 0,4 m.

Las acequias de riego siguen la pendiente de las terrazas y pasan de un andén a otro mediante caídas verticales, en cada cambio de pendiente existen pozas disipadoras de energía también construidas de piedra labrada o piedra tipo laja. La capacidad aproximada de los canales debe estar entre 30 a 40 l/seg.

El reparto del agua entre dos o más terrazas se hace por medio de partidores de agua contruidos generalmente de forma cuadrada con pozos de 0,6 x 0,6 m y 0,15 m de profundidad. En el funcionamiento de estos partidores se emplea a modo de compuertas, piedras grandes selladas con champas. Las bocas de captación y de desagüe son dependientes del agua disponible para el riego o la precipitación.

Ancho y pendiente de los caminos

Generalmente los senderos o caminos de acceso a los andenes tienen anchos que varían de 1,0 a 2,0 m; son contruidos de piedra a manera de escalinatas que van a máxima pendiente o paralelamente a las acequias de riego. Dichos caminos en época de lluvia sirven como sistemas de drenaje para evacuar el agua de los andenes y no causar erosión a las terrazas: en época de cosechas se utilizan para la extracción de productos y también para el pastoreo del ganado.

En algunos casos cuando los muros son mayores a 1 m de altura, se colocan piedras salientes empotradas a manera de peldaños o gradas y en otros casos se les dota de escalientes de piedra semitalladas, contruidas paralelamente al muro de contención.

Riego del andén

La terraza del andén por tener una gradiente reducida, permite aplicar el agua de riego con eficiencia, ya sea para regar sembríos de gran densidad de plantas como cereales (melgas), o maíz, papa y haba, que se cultivan en hileras distanciadas a 0,6 o 0,8 m (surcos), donde el agua se aplica haciendo llenar cada melga o surco con una lámina de 0,03 a 0,1 m, y se clausura antes que haya desbordamiento por escorrentía.

Construcción del andén

Consiste en realizar movimientos de tierra de corte y relleno para formarlos escalonadamente de arriba hacia abajo. Su construcción, debe realizarse antes de los períodos de lluvias, nunca durante lo mismos.

El proceso de construcción de un andén comprende los siguientes pasos:

Paso 1

Trazar dos curvas de nivel consecutivas a partir del costado del terreno que tenga la mayor pendiente. Se establece el distanciamiento entre las curvas de nivel, en función al ancho promedio que se quiere dar a la terraza, teniendo en cuenta de no exceder los límites para la altura del talud recomendados en los trabajos de campo y gabinete; luego se marcan bien las líneas de nivel procediéndose a remover el suelo superficial de la capa arable hacia un costado (figura 63).

Los trabajos antes indicados se pueden realizar usando un nivel de ingeniero o una manguera transparente, caballete de madera o el nivel en "A" (figura 64).

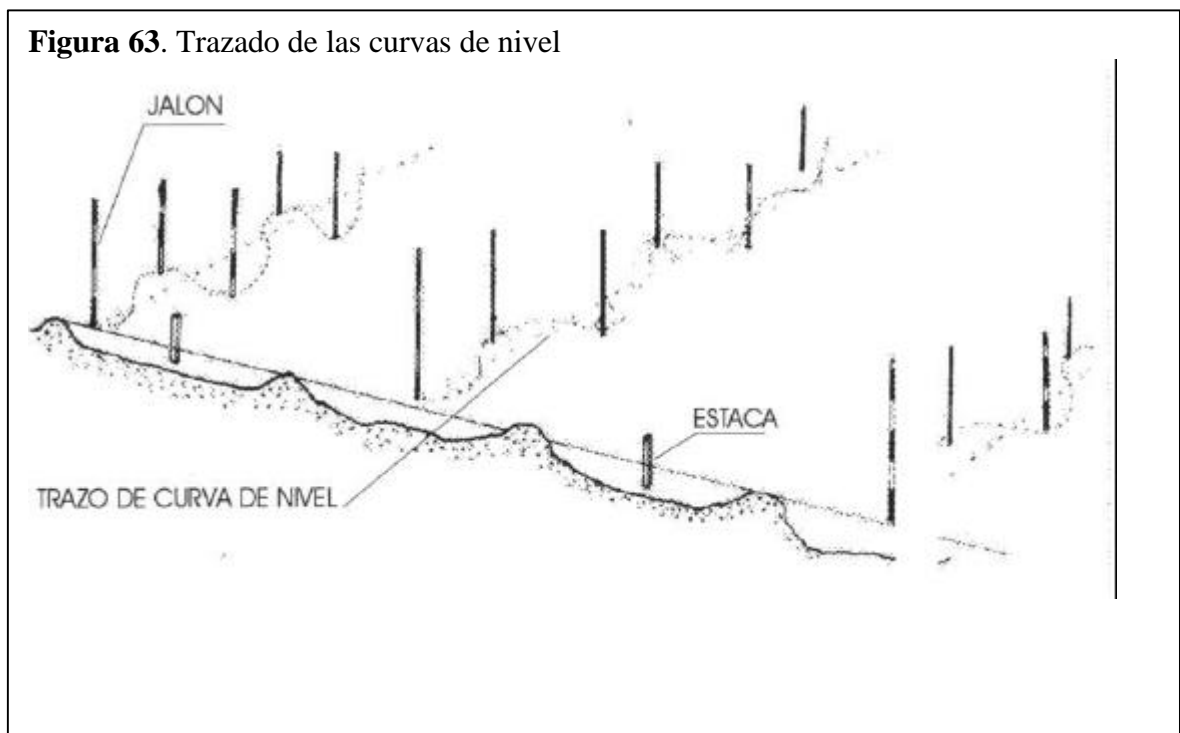
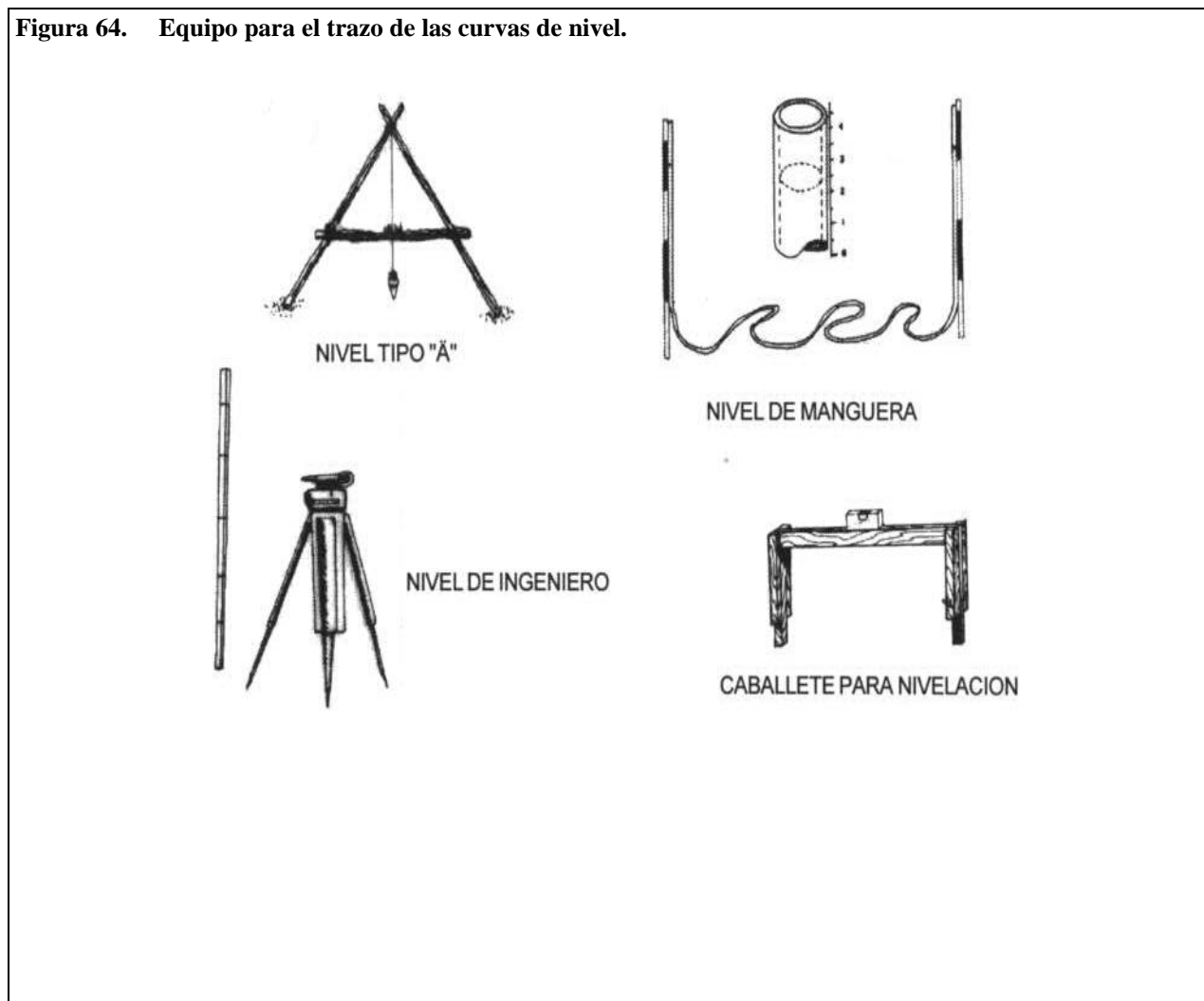


Figura 64. Equipo para el trazo de las curvas de nivel.

**Paso 2**

Ablandar las curvas muy sinuosas promediando altos y bajos para obtener curvaturas amplias y uniformes.

Paso 3

Abrir zanjas para el cimiento en el terreno de contención, teniendo en cuenta el tipo de perfil de la ladera y los volúmenes de tierra que hay que mover; cuando el perfil del suelo es profundo, cavar hasta $1/2$ a 1 de H , luego remover el material separando la capa fértil hasta dejarlo a $1/3$ de H , como máximo y $0,5 H$ como mínimo (**figura 65**).

Paso 4

Iniciar la construcción de la pirca por una de las esquinas del andén, colocando las piedras de mayor tamaño en la cimentación debidamente acomodadas, acunadas y alineadas; las piedras deben ir superpuestas y entrecruzadas pero sin amalgama. Dejar los espacios u orificios para los drenes (boquerones) y los peldaños de acceso en los muros altos (**figuras 66 y 67**).

Figura 65. Excavación y cimentación de piedra

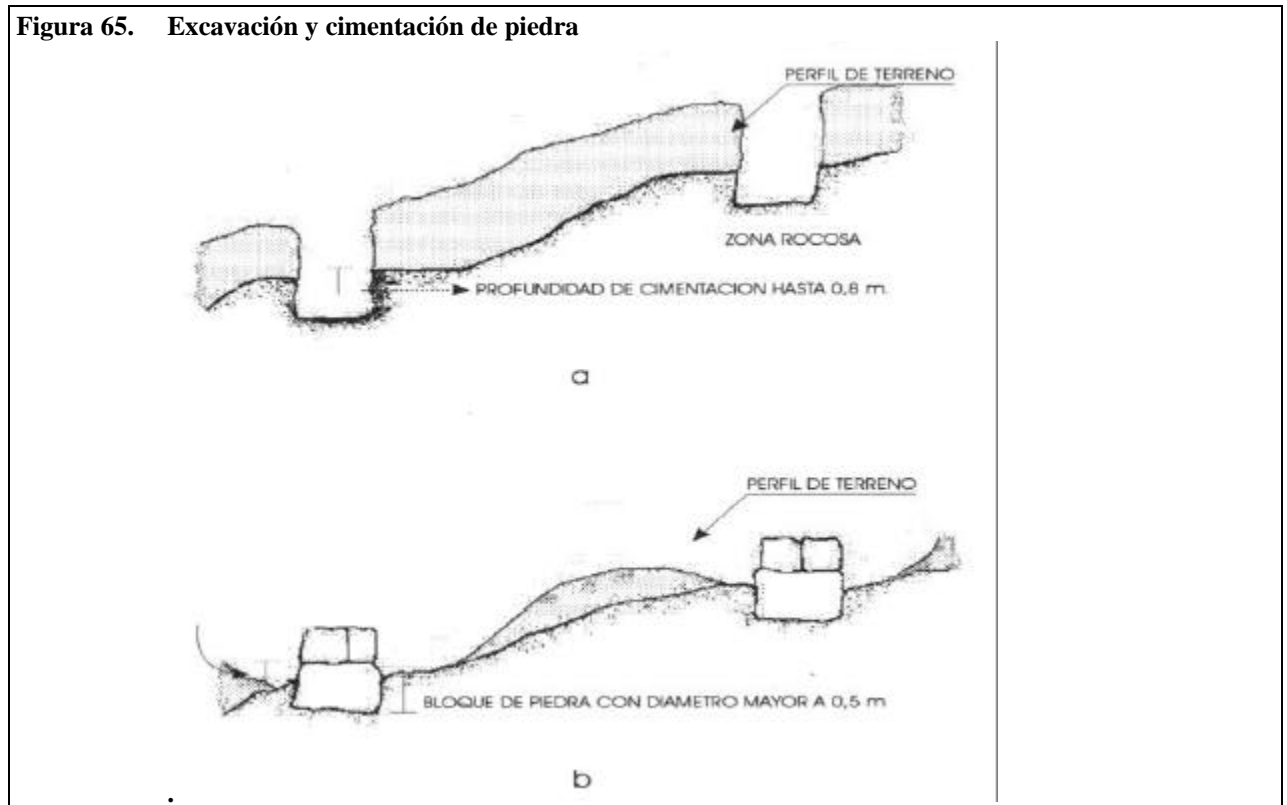


Figura 66. Construcción del andén.

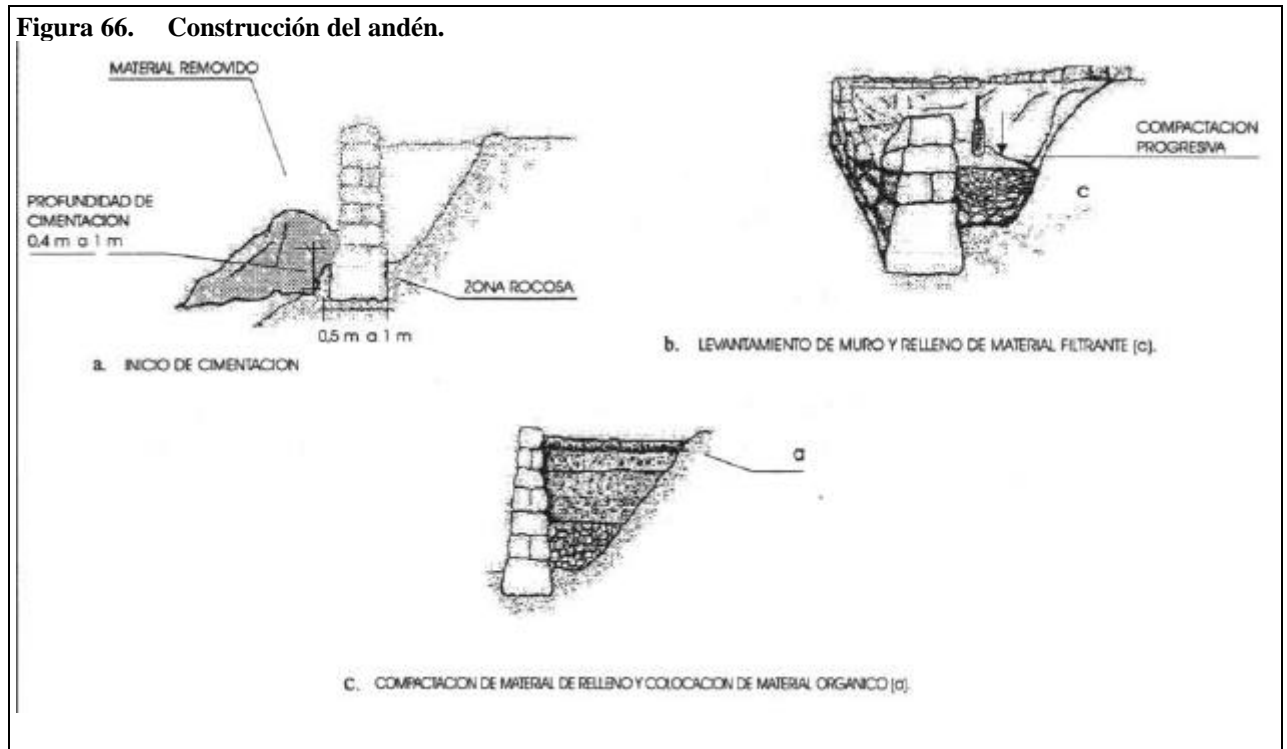
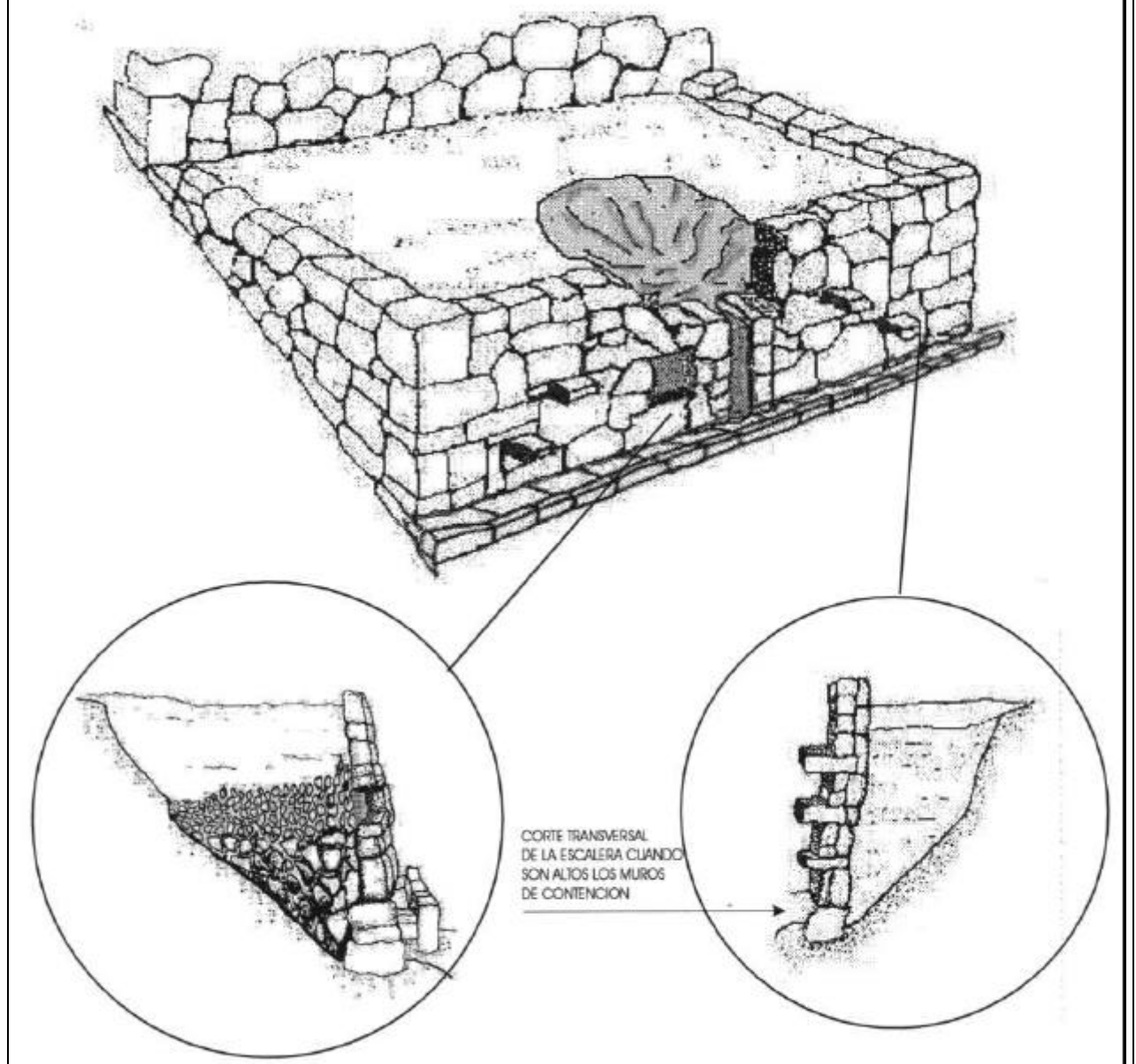


Figura 67. Orificios, drenes y peldaños de un andén.

**Paso 5**

Eliminar los afloramientos rocosos y los fragmentos. Estos se colocarán junto con las piedras no utilizadas en la pirca como relleno permeable compactándolo en capas de 0,15 m en el lado interno del muro y manteniendo una pendiente hacia dentro; sobre esta capa reposará la rizósfera.

Paso 6

Rellenar la rizósfera compactándola por capas de 0,15 m hasta un espesor de 0,7 m para evitar el sifonamiento del muro (**figura 68**).

Figura 68. Estructura final del andén.

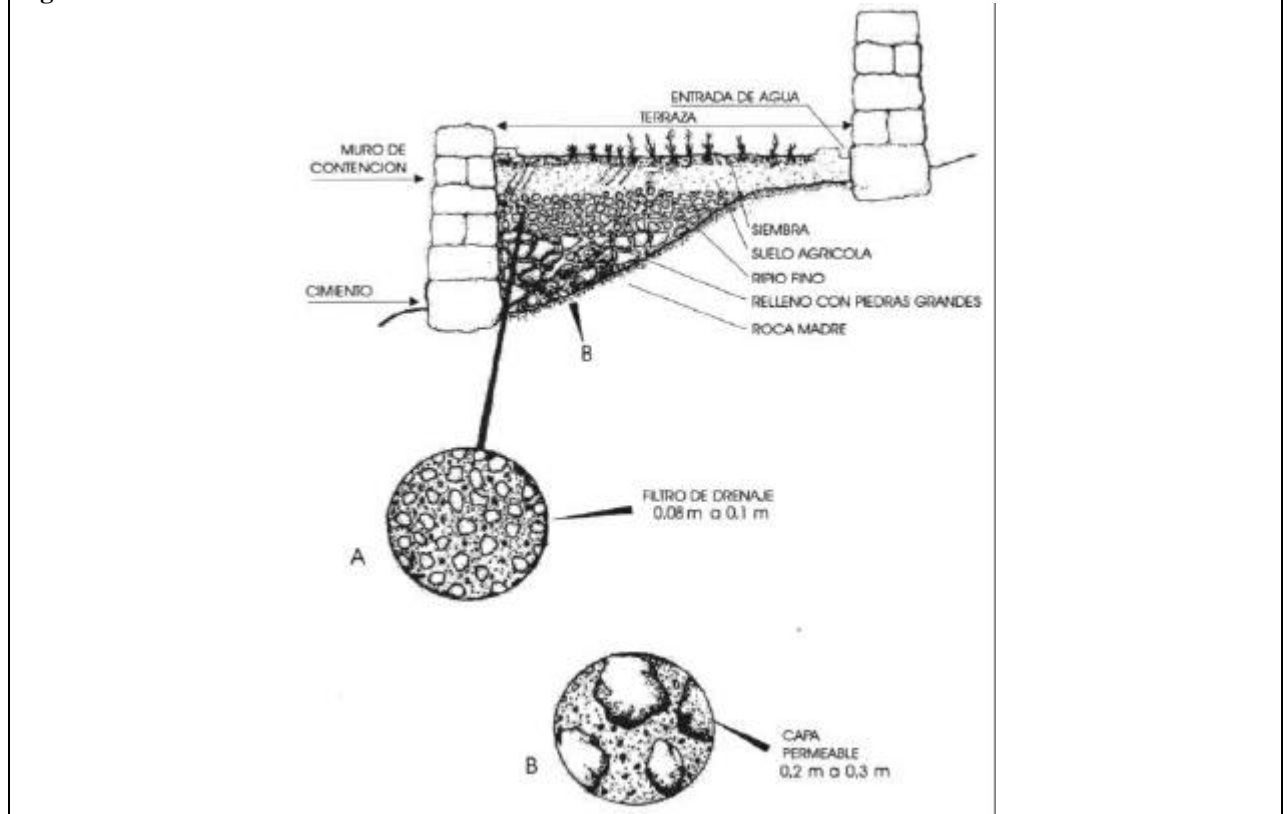
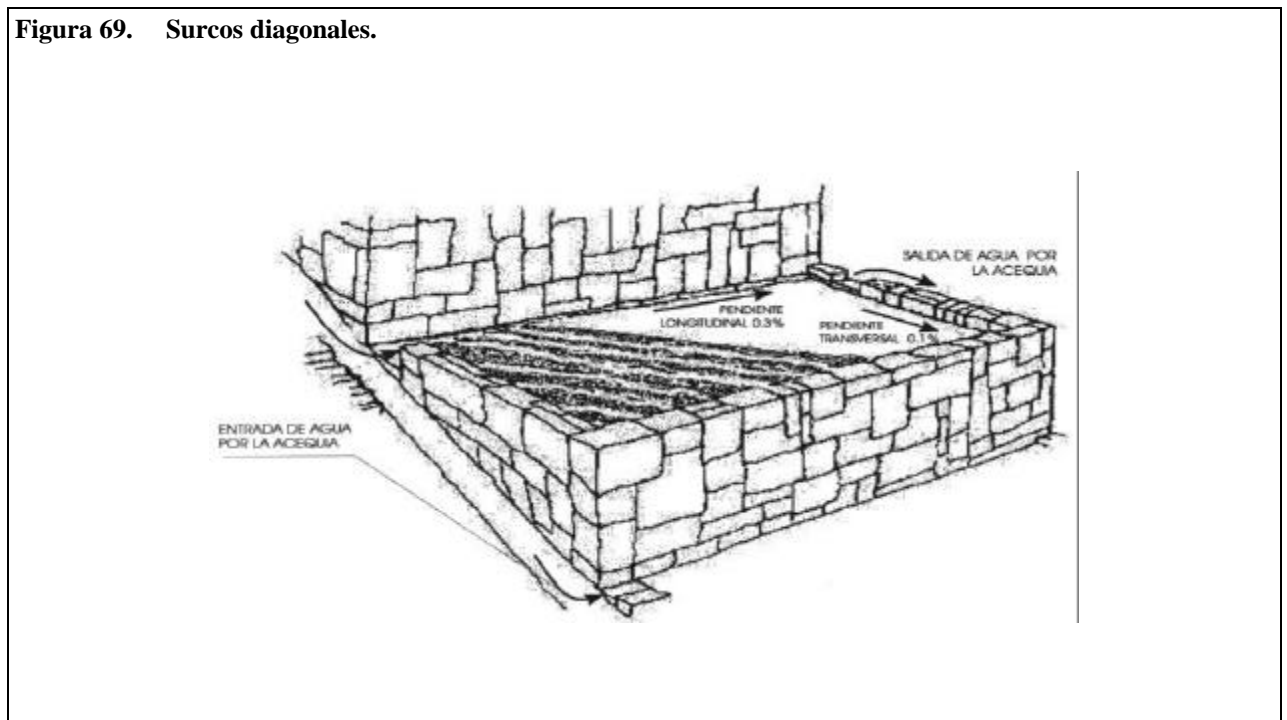
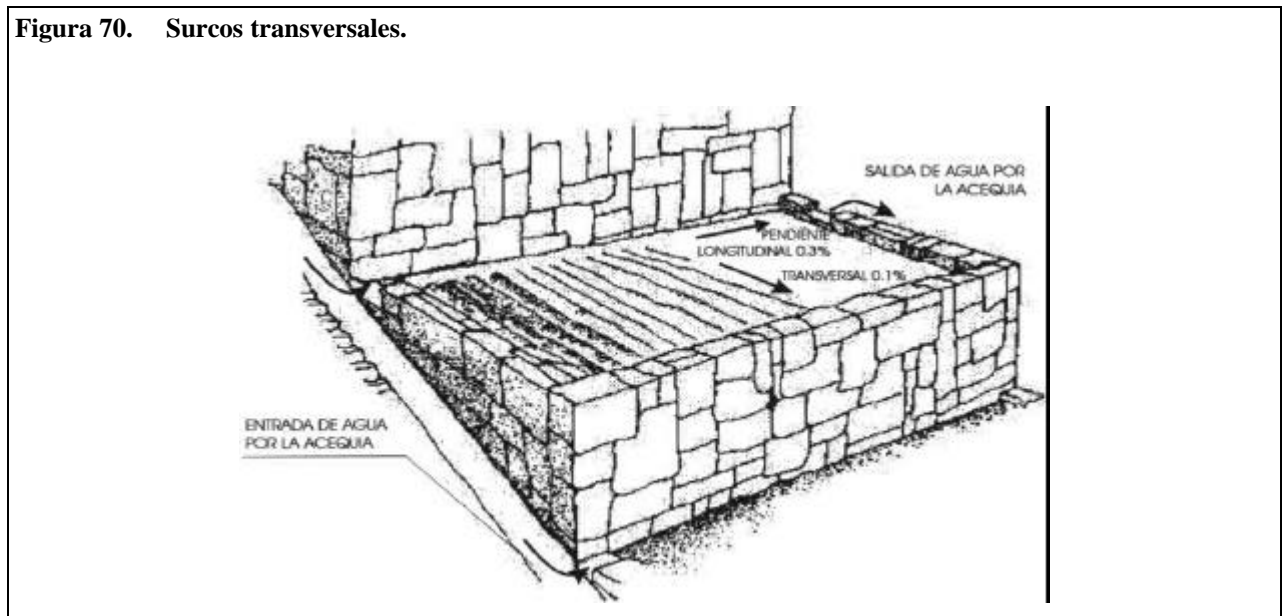
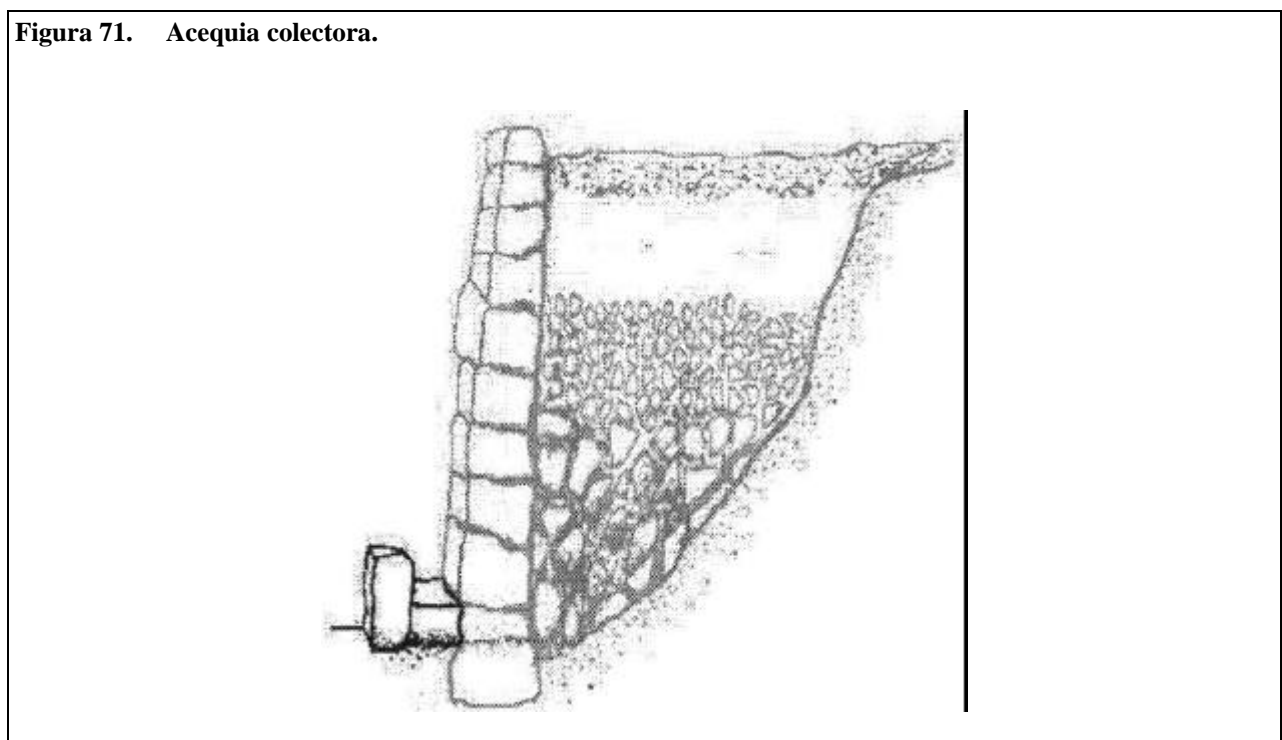


Figura 69. Surcos diagonales.



Paso 7

Nivelar la terraza o plataforma utilizando un tablón de madera accionado por dos personas; darle la pendiente longitudinal hasta 0,3% y pendiente transversal hasta 0,1% hacia afuera, necesaria para que discurra el agua de riego; finalmente se trazan los surcos transversales o diagonales (**figuras 69 y 70**).

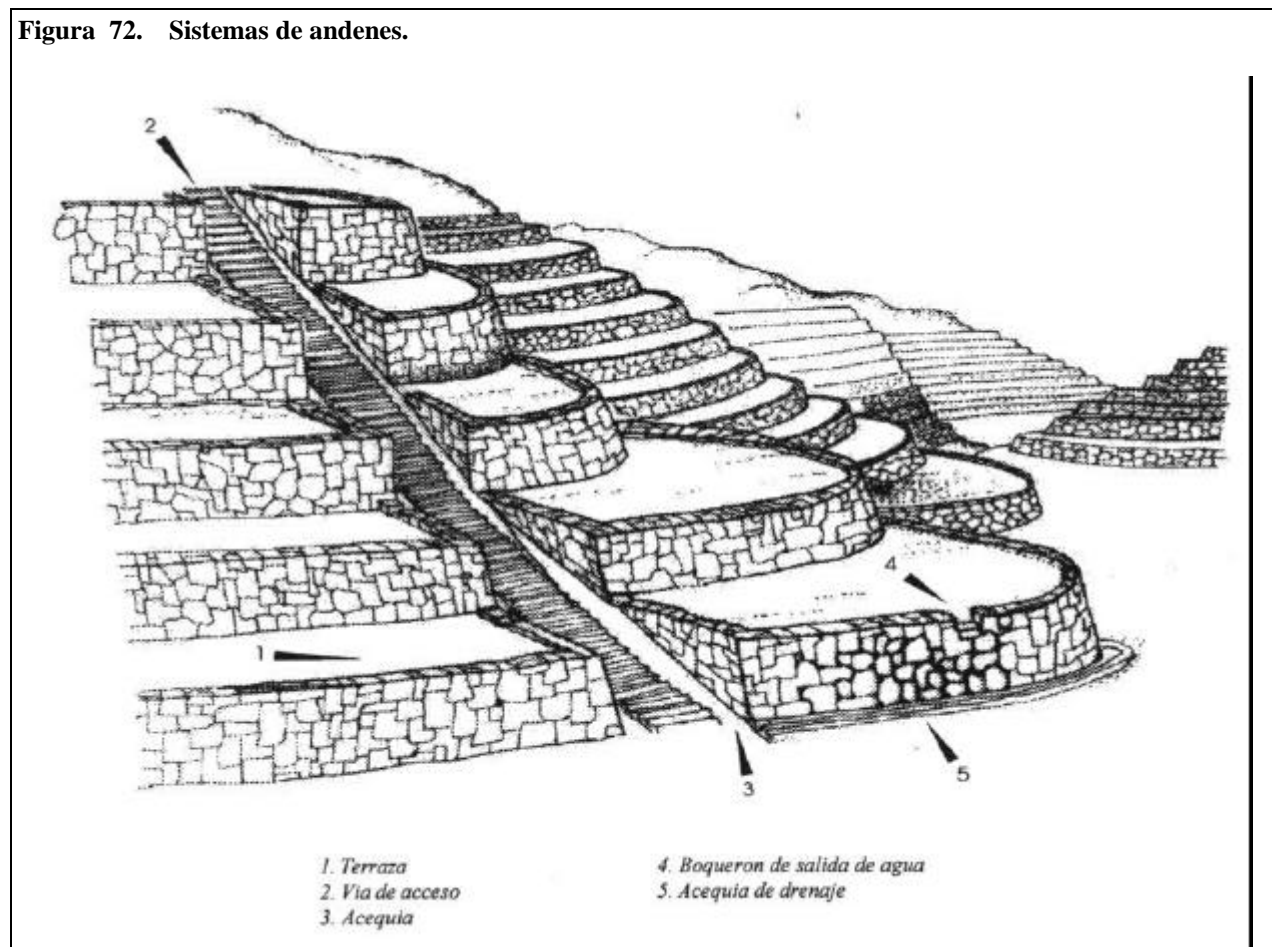
Figura 70. Surcos transversales.**Figura 71. Acequia colectora.****Paso 8**

Construir las acequias de riego empedradas con sus respectivos partidores y pozos de disipación de energía (**figura 71**).

Paso 9

Acondicionar los caminos de acceso (**figura 72**).

Figura 72. Sistemas de andenes.



Paso 10

Probar el buen funcionamiento del andén teniendo cuidado al aplicar los primeros riegos para evitar infiltraciones, asentamientos bruscos y encharcamientos; de presentarse el caso repararlo inmediatamente.

Mantenimiento

Los andenes son estructuras frágiles que requieren de un adecuado manejo y mantenimiento permanente, a fin de asegurar su funcionamiento como sistema de producción agrícola. A continuación se describen algunas medidas para el mantenimiento y conservación de los andenes:

a. Prevención de derrumbes:

Cuando hay fuertes y/o frecuentes lluvias, clausurar el boquerón de entrada de agua al andén y abrir el boquerón de evacuación.

b. Reconstrucción de muros:

Debe realizarse inmediatamente para evitar una destrucción mayor, recogiendo separadamente los materiales de cada perfil; luego se deshace la parte del muro que presenta signos de inestabilidad para su reconstrucción, siguiendo los pasos antes descritos.

La zona reconstruida debe estar bajo observación durante más de un mes, manteniendo el riego alejado del muro unos 0,6 m. Asimismo, deben retirarse las malezas que crecen entre las piedras del muro, pues resienten su estabilidad.

c. Conservación del nivel:

Para este fin se aplican 1 ó 2 riegos por inundación al año, (Kkollupo o aniego). Aquellas partes de tierra visibles serán niveladas con la ayuda de un rastrillo, palo, etc.

Potencial de Producción

Por medio del sistema de andenería se puede controlar la erosión del suelo, contribuir a la formación de suelo edafológico, manejar adecuadamente el recurso hídrico, aumentar la producción de cultivos alimenticios y medicinales; organizar y dar ocupación a poblaciones de las zonas deprimidas de Perú.

Estudios realizados por el Proyecto Nacional de Manejo de Cuencas Hidrográficas y Conservación de Suelos de Perú, reportan que la papa, maíz, trigo, cebolla y rabanito cultivados en andenes frente a una parcela testigo, usando sólo abono orgánico, presentan un incremento de producción del 142,1% para la papa, 13% para el maíz, 53% para el trigo, 57% para la cebolla y 199% para el rabanito; el mismo experimento se repitió utilizando fertilizantes químicos observándose un incremento de la producción en andenes de 42, 65, 47, 7 y 89% respectivamente (**Cuadro 24**).

Grado de Complejidad

Esta tecnología agrícola al inicio de su instalación es ligeramente compleja, porque es rica en detalles de perfeccionamiento buscando la eficiencia del sistema, pero con la práctica y comprensión de su funcionamiento se vuelve sencilla, pues no utiliza equipos sofisticados.

Limitaciones

Desde el punto de vista de la tecnología moderna y del mercado no se adecua a la realidad de la agricultura a gran escala, pero esta limitación es superada por los tipos de cultivos que sólo se producen en los ecosistemas altoandinos, como son entre otros las variedades de papa, quinua, kiwicha, etc., que constituyen un aporte de la agricultura de andenería al mundo moderno.

En lo que se refiere a la estructura de un andén observamos las siguientes limitaciones:

- 1) Altura de muro

- La fuerza humana necesaria para levantar cada piedra.
- El tamaño de la piedra disponible.

2) Material de la capa arable

- Distancia y transporte hasta el lugar de construcción de los andenes de la tierra fértil.

Impactos socioeconómico y ambiental

La construcción y principalmente la recuperación de las terrazas o andenes están llamadas a cumplir un papel fundamental en la conservación del medio ambiente y en el incremento de la producción agrícola, al ampliarse con una mínima inversión las áreas de cultivo tan escasas en nuestro país, debido a la presión demográfica, uso irracional de los recursos suelo y agua que anualmente hacen que las tasas de desertificación se incrementen significativamente.

Así mismo permitirá dinamizar la participación de las comunidades campesinas y poblados rurales organizados, en recuperar y adecuar las tecnologías propias que han hecho posible una vida mejor en civilizaciones pasadas.

Costo y Retorno

Los costos se han calculado en base a los trabajos experimentales realizados en la Comunidad Campesina de Coporaque - Cailloma (Arequipa). En el **cuadro 25** se presentan los costos promedios de construcción de una hectárea de andén para una ladera con una pendiente del 22%, suelo franco arcilloso de 0,35 m de profundidad, lecho rocoso del tipo gravilla y/o cascajo arcilloso, terraplén de 4,15 m y altura de muro 2,1 m, que asciende a \$EE.UU. 6 500,00 y en el **cuadro 26**, los costos promedio de rehabilitación de una hectárea de andén en las mismas condiciones, considerando un deterioro del 50%, que asciende a \$EE.UU. 2 200,00.

Cuadro 24. Rendimientos comparativos de producción en andenes reconstruidos vs una parcela testigo

Cultivos	Rendimientos por hectárea según tipo de cultivo					
	Con abono orgánico			Con fertilizantes químicos		
	Parcela testigo kg/ha	Andén reconstruido kg/ha	Incremento prod. %	Andén reconstruido kg/ha	Parcela testigo kg/ha	Incremento prod. %
1. Cultivos andinos						
Papa	11 091	4 581	142	17 436	12 206	42
Maíz	490	432	13	2 982	1 807	65
2. Cultivos introducidos						
Trigo	1 113	723	53	3 603	2 442	47
Trigo	8 644	5 500	57	20 867	19 333	7
Cebolla	10 409	3 471	199	18 700	9 890	89
Rabanito						

Fuente: Proyecto Nacional de Manejo de Cuencas Hidrográficas y Conservación de Suelos
Encuesta 1984

Elaborado: TECNIDES

El monto de la inversión se recupera al tercer año de construido o primer año de rehabilitado el andén. La alta productividad de los cultivos en andenes con respecto al cultivo en grandes extensiones permite amortizar rápidamente los costos de inversión inicial durante los primeros años, aumentando la renta neta después.

Los costos de rehabilitación calculados se encuentran muy cercanos a las experiencias desarrolladas en San Pedro de Casta (Lima) por Luis Masson (1984), cuyo costo de una hectárea fue de \$EE.UU. 1 750,00.

Generación de Empleo

Según cálculos realizados por TECNIDES, los requerimientos de mano de obra para la construcción de una hectárea de andén bajo las condiciones indicadas en el **cuadro 25**, ascienden a 3 220 jornales y para la rehabilitación de una hectárea según lo indicado en el **cuadro 26** ascienden a 1 005 jornales.

Experiencias realizadas por Lorenzo Chang-Navarro L., indican que para construir las terrazas se requieren en promedio 742 jornales/ha, siendo el mínimo 336 jornales/ha y el máximo de 1 181 jornales/ha.

En la rehabilitación de andenes realizada en la Comunidad de San Pedro de Casta (Lima) fueron necesarios entre 525 jornales/ha a 790 jornales/ha.

Sin embargo, en la Comunidad de Pusalaya (Puno), se ha estimado para la rehabilitación de una hectárea de andén 2 499 jornales; lo que demuestra una gran variabilidad debido a las diferencias de pendientes de laderas, tipo de suelo, disponibilidad de piedras grandes, escasez de suelo agrícola, disponibilidad de mano de obra, etc., que imposibilita generalizar los requerimientos de jornales para la construcción y/o rehabilitación de una hectárea de andén.

Sostenibilidad

El sistema de andenería una vez establecido es sostenible, porque permite la reposición del recurso suelo con los sedimentos que trae el agua de la acequia y los va depositando en cada andén; además brinda una mayor retención del recurso hídrico contribuyendo con el ciclo hidrológico del lugar y permite cultivar especies diferentes en cada terraplén. Los excedentes de agua de los andenes tienen utilidad en las partes bajas, por lo que debe evitarse el uso de agroquímicos y difundirse las prácticas conservacionistas tradicionales.

Descripción de casos

Lugar y Fecha

Evidencias de la utilización de andenes las encontramos en México, El Salvador, Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú y Bolivia, destacando aquellas sociedades altamente organizadas pertenecientes a civilizaciones superiores: Los Mayas y Aztecas en México; Chimú, Chavín, Tiahuanaco e Incas en el Perú.

Cuadro 25. Análisis de costos unitarios para la construcción de una hectárea de andén

Especificaciones Técnicas: Suelo con $S = 22\%$

Textura suelo: Franco arcilloso
Roca: Arenisca, distancia de acarreo 100 m
Profundidad de suelo: 0,35 m.

Actividades	Unidad	Cantidad	P.U. \$ EE.U.U.	TOT.\$EE.UU.
Trabajos preliminares				57,50
Limpieza, trazo y replanteo	ml	2 875	0,02	57,50
Movimiento de tierras				4461,50
Excavación de terraplén	m ³	5 000	0,56	2800,00
Excavación de zanjas de cimentación	m ³	500	0,57	285,00
Voladura de roca	m ³	250	1,95	487,50
Preparación y acarreo de piedra	m ³	700	0,37	259,00
Selección y acarreo de material filtrante	m ³	1 800	0,35	630,00
Obras de arte				1981,00
Construcción de muro de piedra	m ³	750	0,54	405,00
Relleno y compactación de terraplén	m ³	2500	0,56	1400,00
Construcción de acequias de riego	ml	1500	0,05	75,00
Construcción de caminos peatonales	ml	500	0,04	20,00
Construcción de escaleras	ml	150	0,54	81,00
TOTAL				6500,00

Fuente: TECNIDES, 1994

Cuadro 26. Análisis de costos unitarios para la rehabilitación de una hectárea de andén

Especificaciones Técnicas: Rehabilitación del 50% de la estructura
Suelo tipo Franco arcilloso, altura de muro 2,1 m.
Recursos propios de la zona

Actividades	Unidad	Cantidad	P.U. \$EE.UU.	TOT. \$EE.UU.
Trabajos preliminares				20,10
Limpieza, trazo y replanteo	ml			20,10
Movimiento de tierras				153,90
Excavación de terraplén	m ³			
Excavación de zanjas de cimentación	m ³			153,90
Voladura de roca	m ³			
Materiales de construcción				654,50
Preparación y acarreo de piedra	m ³			129,50
Selección y acarreo de material filtrante	m ³			525,00
Obras de arte				1371,50
Construcción de muro de piedra	m ³			405,00
Relleno y compactación de terraplén	m ³			840,00
Construcción de acequias de riego	ml			62,00
Construcción de caminos peatonales	ml			10,00
Construcción de escaleras	ml			54,00
TOTAL				2200,00

Fuente: TECNIDES, 1994

El perfeccionamiento de los detalles particulares observados en los andenes del Perú fue alcanzado por la sociedad incaica. Así tenemos andenes en uso, entre otros, en las

comunidades de Cabana, Collagua y Coporaque en el Valle del Colca en Arequipa; Pusalaya en Puno; San Pedro de Casta en Lima; etc., donde se observa la perfección de sus trazos lineales. Existe en abandono una gran extensión de andenes en casi toda la zona árida y semiárida de la Costa, Sierra y Ceja de Selva (Chachapoyas, Quillabamba, etc.) de Perú.

Resultados en la Producción

Las ventajas comparativas de producción observadas en el **cuadro 24** son consecuencia de un manejo racional de la trilogía agua-suelo-planta, que proporciona el sistema de andenes y son:

- La tierra agrícola no es arrastrada.
- Retiene el agua y de ser mucha permite la eliminación de los excedentes.
- Crea un microclima más abrigado que las áreas abiertas.
- Hace de la agricultura un sistema ingenieril de jardineras de alta diversidad y producción agrícola.

Dirección para Consultas

TECNIDES
Calle 1, N° 735
Lima, 27
Perú
Telefax: 423391

