CAPÍTULO 3 ESTÁNDARD DE CONTROL DE CALIDAD

3.1 Generalidades

Los métodos de ejecución de trabajos son seleccionados por el "Manual de Planificación para la Prevención de Desastres en Carreteras" como se expone a continuación. Los métodos indicados en este manual son estándards, siendo necesario decidir el método de ejecución actual considerando la situación del sitio.

3.2 Métodos de Ejecución de obras de Medidas de Prevención de Desastres en Carreteras

3.2.1 Obras de Tierra

1) Remoción

El próposito de este método es la remoción de rocas que están en peligro de caer. A continuación se muestra dos método típicos.

a) Uso de Fuerza Laboral

Las rocas sueltas que son inaccesibles para las máquinas grandes de construcción, se rompen y se dejan caer a las pistas donde son reunidas y retiradas. Como se muestra en la Figura 3.2.1, esta obra se realiza en lugares altos, requiere restricción del tráfico por razones de seguridad y a menudo requiere un poco de tiempo.

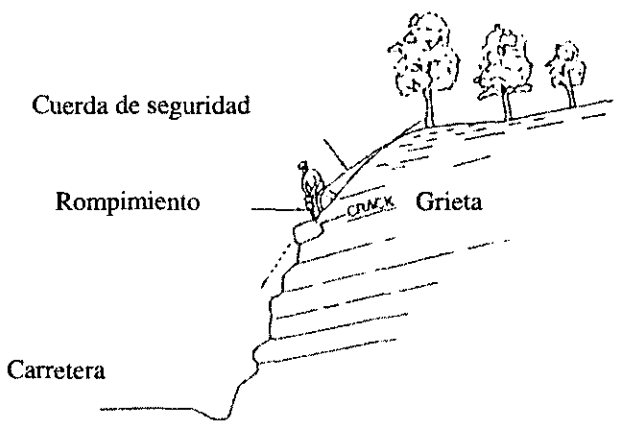


Figura 3.2.1 Remoción de Rocas Flojas utilizando la Fuerza Laboral

b) Uso de máquinas de construcción

Las rocas flojas que son accesibles para las grandes máquinas de construcción son removidas desde el talud utilizando una retroexcavadora (ver Figura 3.2.2). Esta obra puede ser generalmente terminada en corto tiempo.

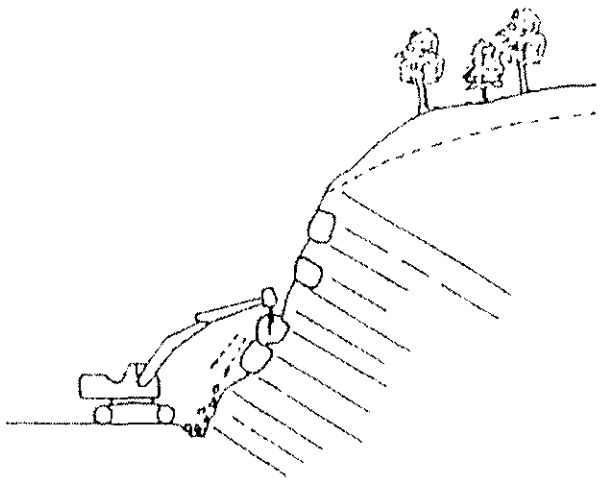


Figura 3.2.2 Remoción de Rocas Flojas usando Retroexcavadora

Al seleccionar un método de remoción de rocas inestables, dicho método deberá basarse en estudios de lugares que tengan experiencia de caída de rocas y se elegirá el más adecuado para cada lugar.

2) Recorte

a) Aplicación

El recorte se lleva a cabo para estabilizar un talud de corte inestable. La inestabilidad puede principalmente atribuirse a los siguientes factores:

i) Erosión avanzada de talud
ii) Derrumbe
iii) Existencia de rocas inestables en un talud vertical

b) Resumen de Construcción

i) Al ejecutarse el recorte en un talud estable refíerase a la Figura 2.2.9 en el Capítulo 2.2 para decidir el grado de inclinación de la berma, la anchura de la berma y la gradiente del talud entre bermas.

ii) El recorte deberá ser realizado sólo si la erosión es muy avanzada en la que sea imposible aplicar el sistema de drenaje u obras de vegetación o estructurales. De todos modos, cuando exista restricciones en la derecha de la pista, se utilizará armazones de apoyo para asegurar la estabilidad del talud (ver la Figura 3.2.3). En este caso, el costo de efectividad de la obra de construcción será considerado desde la etapa del diseño. Además, las obras de drenaje y vegetación serán llevadas a cabo para prevenir la erosión.

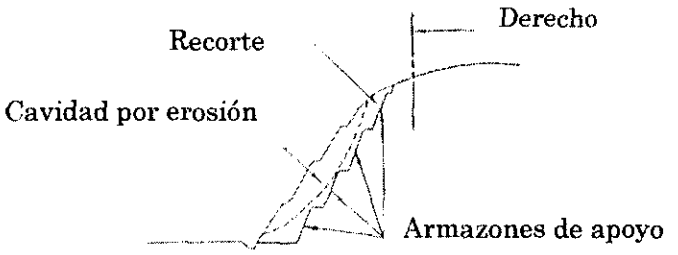


Figura 3.2.3 Armazones de Apoyo

iii) Para los deslizamientos de tierra, deberá cortarse un nuevo talud con una gradiente más suave que la del corte de talud original. De cualquier modo, aún si la gradiente del corte de talud fuera todo suave, es aún posible que ocurra un deslizamiento de tierra como resultado de los trabajos de recorte por remoción de demasiada cantidad de material al pie del deslizamiento original (ver Figura 3.2.4). Por esta razón, es muy importante remover los escombros desde la parte superior del deslizamiento cuando se hace el recorte en el talud con una gradiente suave.

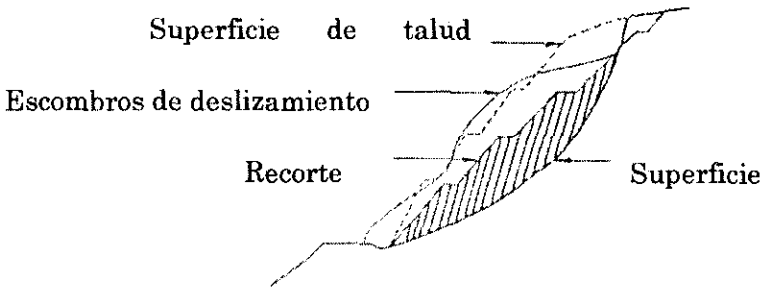


Figura 3.2.4 Recorte de Escombros de Deslizamiento

iv) Cuando se recorta una roca inestable en un terreno empinado, es muy importante decidir por una gradiente de talud estable considerando la solidez de la roca (ver Figura 3.2.5). Además, se deberá realizar un estudio para determinar la causa de la inestabilidad. También se deberá llevar a cabo una comparación de efectividad de costo y factibilidad técnica de corte con relación a otros métodos de construcción

para elegir el método más adecuado.

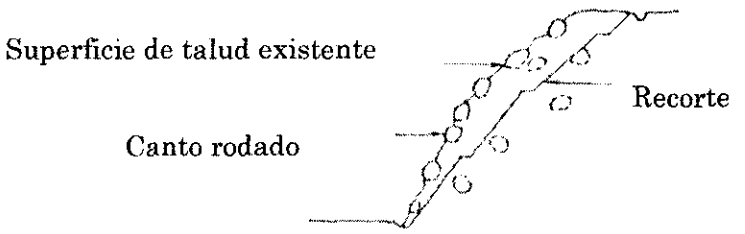


Figura 3.2.5 Recorte en un Talud de Roca Inestable

3) Relleno

a) Relleno de Talud Cortado

i) Aplicación

El relleno de un talud cortado debe llevarse a cabo para eliminar el problema de una erosión de cárcavas extensiva causado por escurrimiento de agua cayendo en el talud o por el brote de agua filtrada a través de la superficie del talud.

ii) Materiales

Tierra, cemento tierra, muro de gavión, mampostería de piedra.

iii) Resumen de Diseño y Construcción

(a) Primero debe removerse las rocas y tierra de la hondonada y luego llevar a cabo el taladro de banco. En caso de que la hondonada tuviera un talud de gradiente, la obra de construcción deberá realizarse de acuerdo con la Tabla 3.2.1. De todos modos, si el taladro de banco causara inestabilidad en la hondonada, no deberá llevarse a cabo dichas obras.

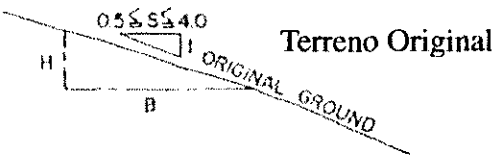


Tabla 3.2.1 Taladro de Banco

S	B	H
0~4.0	2.5.	0.5~0.6
4.0~2.0	2.0	0.5~1.0
2.0~0.5	1.0	0.5~2.0

(b) El espesor máximo para un estrato simple de relleno deberá ser de 20 cm.

(c) De la experiencia del pasado, la altura de corte de talud con bermas deberá ser menos de 15 m. Cuando estas condiciones no pueden ser satisfechas, los materiales de llenado del talud, el ancho de la berma, la gradiente de talud entre las bermas, las obras estructurales, etc., a ser aplicadas, deberán ser reconsideradas desde la etapa de diseño.

(d) Al llenar una hondonada, el espacio de trabajo es muy limitado, por lo que el equipo de trabajo deberá consistir en pisones y compactadoras manuales como se muestra en la Fig. 3.2.6.

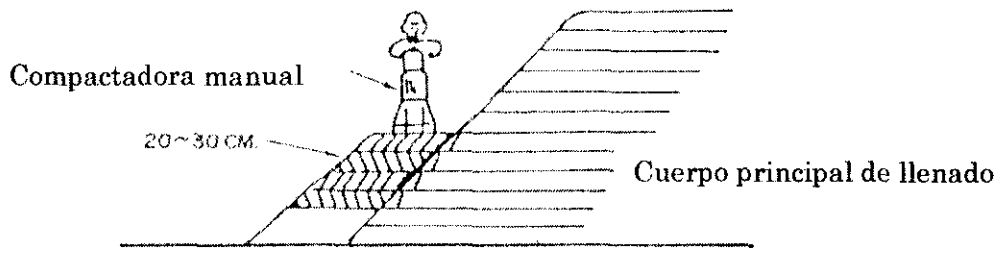


Figura 3.2.6 Compactación de Talud con Pisón o Compactadora Manual

(e) Cuando se torna difícil realizar el relleno a la gradiente del talud, la cual es prederterminada por la composición de la tierra, entonces el muro de gavión o la mampostería de piedra será colocada en la superficie del talud después del relleno para prevenir que el material de relleno se mueva (ver Figura 3.2.7).

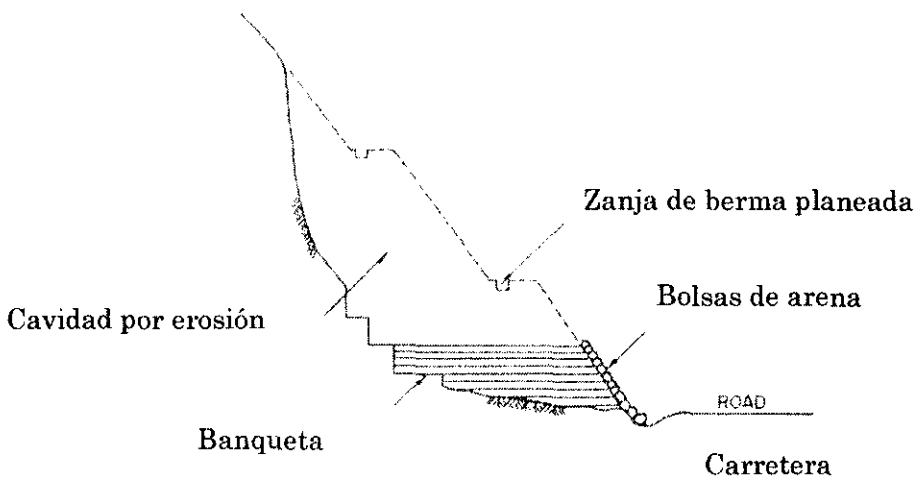


Figura 3.2.7 Protección del Material de Relleno con Mampostería de Rocas

(f) Para proteger el talud cortado relleno de la erosión y desgaste, la condición del talud deberá ser confirmada en la etapa del diseño y allí se deberá seleccionar la superficie de drenaje, el drenaje subterráneo, la vegetación ú obras estructurales como contramedida de protección.

b) Rellenado del Talud Terraplenado

i) Aplicación

El rellenado de un talud terraplenado se realiza para restaurar la porción de talud que haya colapsado a causa de una socavación.

ii) Materiales

Tierra, cemento tierra, y arena.

iii) Resumen de Construcción

(a) Los bancos (bermas) serán cortados en el talud original para formar una llave entre las obras del nuevo y antiguo talud. Cuando la porción colapsada del talud tiene una rampa máxima, el corte de banco será llevado a cabo de acuerdo con la Tabla 3.2.1

(b) El espesor máximo de una capa de relleno simple será de 20 cm.

(c) Con base en la experiencia del pasado, el terraplenado de taludes con bermas deberá ser de menos de 30 m de alto. Si no puede ser satisfecha esta condición, en la etapa del diseño se deberá reconsiderar los materiales de terraplenado del talud, el ancho de la berma, gradientes del talud entre las bermas y las obras estructurales.

(d) En caso de rellenar un talud terraplenado, se podrá usar un equipo de compactación grande como se muestra en la Figura 3.2.8. Sin embargo, donde el espacio es limitado, se recomienda el uso de un equipo más pequeño.

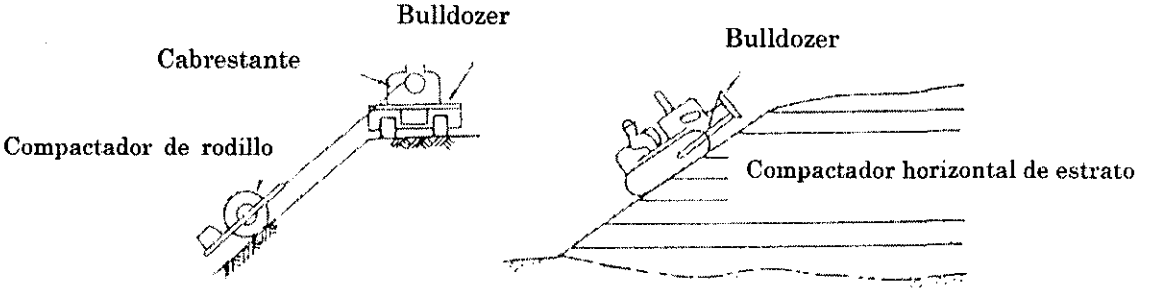


Figura 3.2.8 Compactación con Rodillo Vibratorio y Bulldozer

(e) Cuando sea ejecutado un relleno en un terreno en talud con contenido de agua, se deberá incluir en la contrucción el drenaje del estrato en cada berma, tal como se muestra en la Figura 3.2.9.

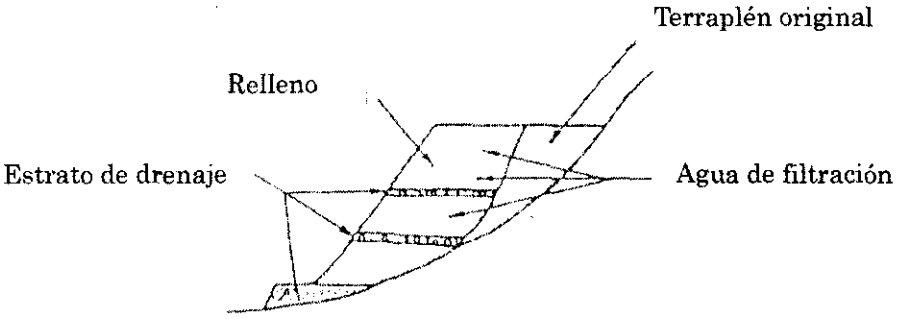


Figura 3.2.9 Berma con Estrato de Drenaje para el Relleno de Talud Terraplenado

(f) Para proteger de la erosión y del desgaste al relleno del talud terraplenado, las condiciones del talud deben ser confirmadas en la etapa de diseño y en ese entonces deberá seleccionarse las contramedidas tales como la superficie de drenaje, el drenaje subterráneo, la vegetación y las obras estructurales.

3.2.2 Obras de Vegetación

1) Objetivo

El objetivo de las obras de vegetación es proteger las superficies de los taludes de las erosiones mediante la reducción de la velocidad de las aguas de escurrimiento y para mejorar la calidad ambiental del área.

2) Aplicación

i) De acuerdo a la condición de un talud, se debe elegir el tipo apropiado de obra de vegetación. Sin embargo, no podrá aplicarse las obras de vegetación en las cinco situaciones señaladas a continuación.

(a) Donde ni la luz del sol ni la lluvia pueden alcanzar debido a estructuras adyacentes tales como puentes o viaductos.

(b) Donde la acidez del suelo es muy fuerte.

(c) Donde la humedad del suelo es extremadamente limitada.

(d) Donde el suelo es extremadamente duro.

(e) Donde el talud es extremadamente abrupto (0.6:1 o menos)

ii) Con el fin de seleccionar el tipo apropiado de obras de vegetación se deberá llevar a cabo un estudio del talud teniendo en consideración los siguientes items:

(a) Gradiente de Talud

Cuando una gradiente de talud es menor que 1.2:1 en rocas blandas o menos de 1.5:1 en área o terreno arenoso, es posible prevenir la erosión debido al escurrimiento o al hundimiento del suelo de la cima debido únicamente a las obras de vegetación.

Sin embargo, si las gradientes para esos tipos de suelo llegan a tornarse escarpadas, es difícil asegurar la estabilidad del talud utilizando vegetación únicamente. Por lo tanto, se deben llevar a cabo medidas tales como la utilización armazones de apoyo o planchas tejidas con mimbre.

(b) Roca de talud, suelo, y dureza del suelo

Utilizando los estudios del talud, teniendo como referencia la Tabla 3.2.2, se puede determinar el tipo de obra de vegetación que es aplicable al talud.

Tabla 3.2.2 Obras de Vegetación Aplicable por tipo de Suelo.

Tipo de Obra	TALUD CORTADO					TALUD LLENO		
	Arena	Suelo arenoso, Suelo arenoso con gravas o rocas		Suelo arcilloso, suelo arcilloso con grava o roca, arcilla		Arcilla dura, roca blanda desgastada, roca volcánica	Suelo arenoso, suelo arcilloso con grava o roca volcánica.	Arena
		Dureza del suelo		Dureza del suelo				
		≤27mm	≥27mm	≤27mm	≥27mm			
Bloques revestidos	A	A		A			A	A
Bandas revestidas							A	
Obras con Bolsas de Semillas			A		A	A		
Obras de sembrado de semillas en orificios			A		A	A		
Rociado de semillas con bomba	B	B		B			A	C
Rociado de semillas mixtas con soplete	A	A	A	A	A	A		A

Nota: A: Adecuado

B: Adecuado para suelos fértiles

C: Adecuado para suelos con superficie arable

(c) Actividad de Suelo

Cuando el suelo tiene una acidez alta (pH ≤ 4), existen normalmente efectos adversos en el crecimiento de la vegetación. Por lo tanto, se deberá medir el pH del suelo y se deberá tomar acciones cuando se encuentre que es ácido.

Cuando el material usado para llenar el talud es altamente ácido por naturaleza, se mezcla el alcalino calcio con ácido carbónico como material para neutralizar la acidez.

Para taludes cortados, generalmente es difícil reducir la acidez del suelo. Sin embargo, se realiza trabajos de siembra de semillas en paquetes o por colacación de semillas en orificios, con un método por el cual se coloca un nuevo suelo y éste es mezclado con calcio con ácido carbónico.

Cuando existe agua de filtración ya sea en el talud terraplenado o en el talud de corte, es efectivo rociar una gruesa capa de semillas mixtas. Las semillas son mezcladas con la agabilladora para prevenir que sean fácilmente llevadas con la corriente. La instalación de armazones de apoyo también puede ser una medida efectiva tanto para el suelo y las rocas.

3) Características y Materiales por tipo de Obras de Vegetación

Las características y materiales para las diferentes clases de obras de vegetación se describen a continuación.

a) Bloques de césped

Resumen : Como se muestra en la Figura 3.2.10, los bloques de césped son colocados apretadamente uno junto a otro sobre la superficie de un talud y anclados con sujetadores, comenzando por arriba hacia abajo hasta el pie del talud. Los bloques de césped pueden ser colocados con un vacío entre el bloque adyacente y desparramar en forma suelta una mezcla de fertilizante y tierra sobre el césped llenando los vacíos para estimular el crecimiento.

Características: Aplicable para la erosión prona de suelo.

Materiales: Bloques de césped, sujetadores de anclaje para el revestimiento de césped, fertilizante.

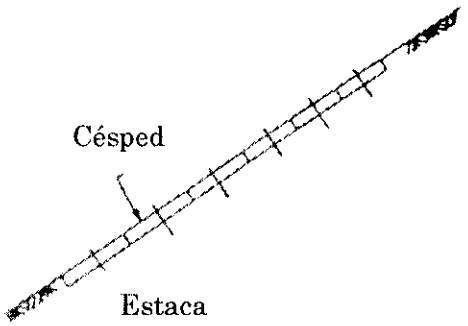


Figura 3.2.10 Bloque de revestimiento de césped

b) Banda de Revestimiento

Resumen: Como se muestra en la Figura 3.2.11 los bloques rectagulares de césped son colocados apretadamente uno junto a otro para formar una hilera comenzando por el pie del talud. Después que ha sido colocada la hilera de bloques de césped, las dos terceras partes de cada bloque son cubiertas con 30 cm de capa vegetal para luego comenzar una nueva hilera. El resultado es lo que se llama banda de revestimiento.

Características: La banda de revestimiento es usado para llenar los taludes.

Materiales: Bloques de césped, tierra vegetal.

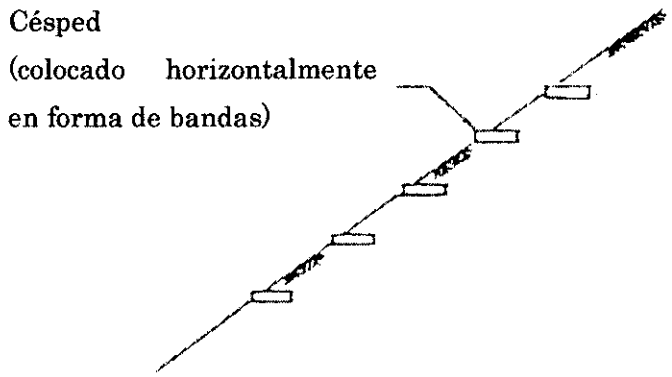


Figura 3.2.11 Revestimiento de Césped en Bandas

c) Obras de Semillas Embolsadas

Resumen : Como se muestra en la Figura 3.2.12, los orificios son cavados a intervalos regulares formando hileras, en cada orificio se coloca un paquete conteniendo fertilizante, tierra, semillas y paja cortada, se sujeta con sujetadores de anclaje. La distancia entre cada orificio es de aproximadamente 50 cm y se utilizan casi 6 paquetes por metro cuadrado.

Características: La obra de semillas embolsadas se aplica en taludes de corte. Al hacer uso de tales paquetes, las semillas, el fertilizante y la tierra no son arrastrados con el agua. También es posible llevar a cabo esta obra en taludes relativamente escarpados.

Material: Bolsas de polietileno, semillas, fertilizantes, tierra, sujetadores de anclaje.

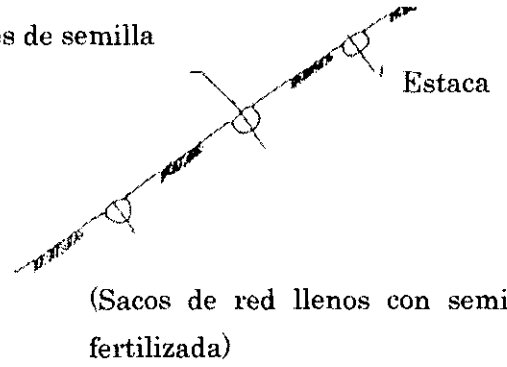


Figura 3.2.12 Obras de Semillas Embolsadas

d) Obras de Colocación de Plantones en Orificios Cavados

Resumen: Como se muestra en la Figura 3.2.13, se excava un orificio, en el cual se echa algo de fertilizante y se inserta un plantón de árbol junto con una caña de soporte.
Características: La obra de colocación de plantones en orificios cavados se realiza en taludes de corte para proteger el ambiente y mejor el paisaje. Se pueden llevar a cabo otros tipos de obras de vegetación en donde no se han plantado plantones. .
Materiales: Plantones de árboles, fertilizante, cañas de soporte.

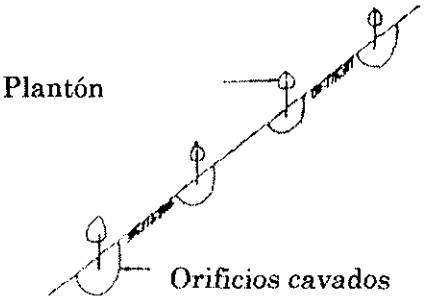


Figura 3.2.13 Obras de Colocación de Plantones en Orificios Cavados

e) Rociado de Semillas

Resumen: Como se muestra en la Figura 3.2.14, se rocía sobre el talud usando una bomba, las semillas, fibras y aglutinante mezclado con agua.

Características: El rociado de semillas se aplica sobre taludes de corte y llenados con suelo blando. Este método requiere un vehículo o equipo alternativo de rociado y así solamente es adecuado para lugares donde es posible el acceso de vehículos.

Materiales: Semillas, fertilizante de alta calidad, fibra (pulpa, celulosa de leña, etc.), aglutinante (alcohol vinílico, acetato vinílico, etc.).

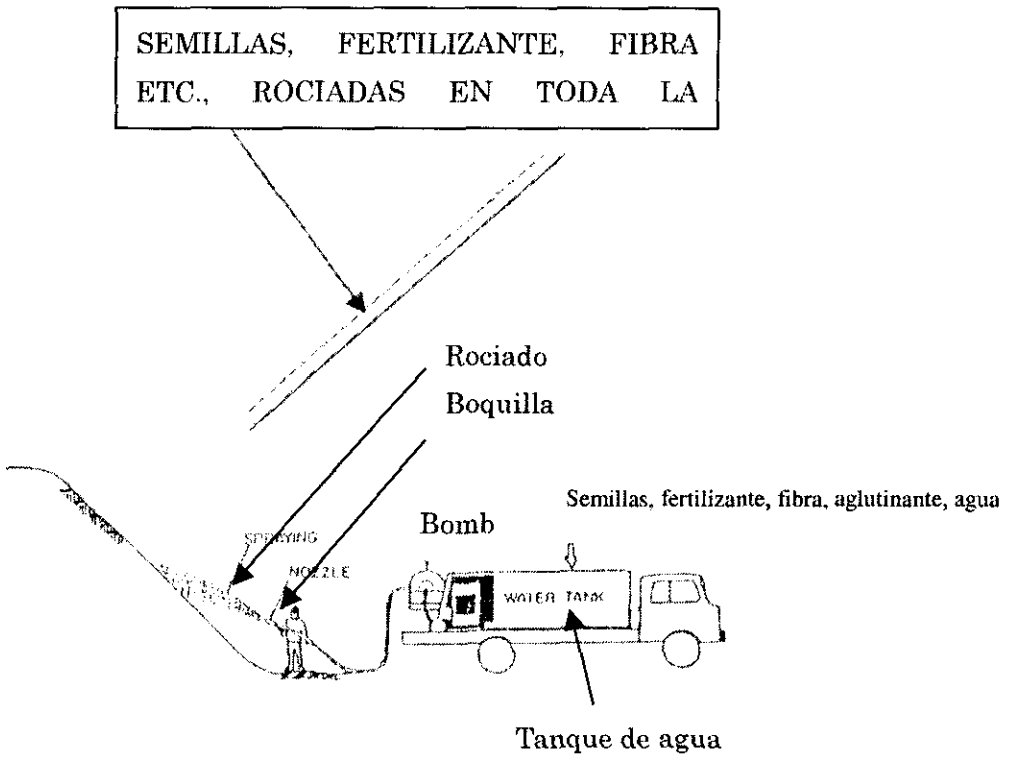


Figura 3.2.14 Rociado de Semillas

f) Hydroseeding o Sembrado por flujo de agua

Resumen: Como se muestra en la Figura 3.2.15, una mezcla de semillas, fertilizante, tierra y agua es rociada densamente sobre un talud con soplete de mortero. Luego sobre el talud se rocía un agente contra erosiones.
Para un talud con superficie de tierra, la mezcla es rociada hasta que alcance un capa de 1 a 2 cm. Donde la superficie es de roca dura, generalmente no se usa este método. Sin embargo, cuando por razones ambientales es necesario que este proceso sea llevado a cabo, la mezcla es rociada sobre una red apretada extendida hasta alcanzar un capa de 5 cm o más. Observe que en este caso el suelo de la mezcla original es reemplazada con un aglutinante para asegurar que la mezcla no caiga fuera de la roca.

Características: El método Hydroseeding o sembrado por flujo de agua es aplicado en taludes de corte y se utilizan semillas, fertilizante y tierra mezclada con alto contenido de tierra. Debido a que este método utiliza un sistema de bomba y tubería, se puede utilizar en taludes altos provisto de un equipo que pueda alcanzar igualmente en taludes con tierra gravosa.

Materiales: Semillas, fertilizante de alta calidad, tierra (con un contenido de menos de 5% de grava de 6mm de diámetro y mezclado con abono o algo natural semejante), agente contra erosiones (emulsión de asfalto), aglutinante (Cemento portland, plástico de polímero elevado), agua y redes.

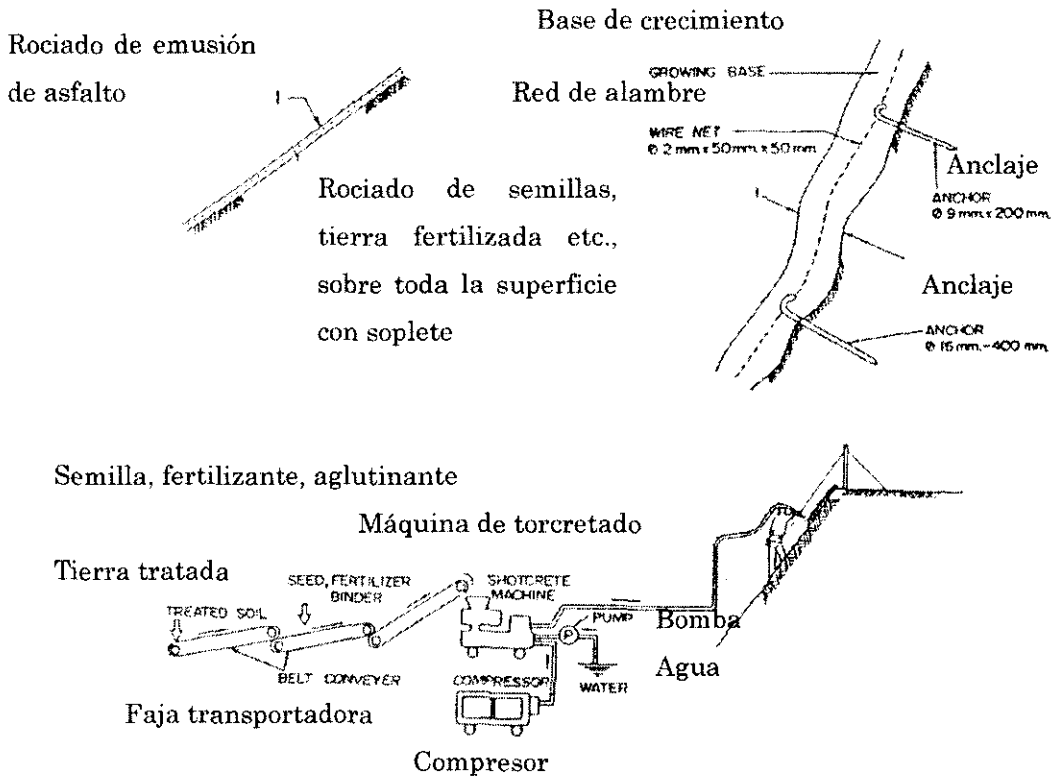


Figura 3.2.15 Hydroseeding o Sembrado por Flujo de Agua

3.2.3 Drenaje Superficial

1) Zanja en la Cumbre

i) Para prevenir la filtración de lluvias o aguas de brote en la parte superior del talud se filtren en el talud, se construye una zanja en la cumbre del talud. Al construir la zanja en la cumbre, ésta deberá tener una gran capacidad debido a que a menudo es difícil llegar hasta ella y por lo tanto difícil de mantenerla (ver Figura 3.2.16). Debe considerarse cuidadosamente la descarga de agua en la zanja de la cumbre.

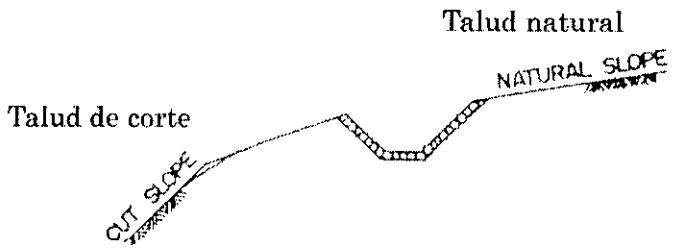


Figura 3.2.16 Zanja en la Cumbre

ii) Se utilizarán materiales de construcción tales como piedras para enrocado.

iii) La zanja en la cumbre construída en la parte superior de un talud de corte será ubicada de 1 m a 3 m fuera de donde ha sido llevado a cabo el talud redondeado.

2) Zanja de Berma

i) Para prevenir la erosión por lluvias o por aguas de brote que caigan por los taludes de corte o terraplenado, debe construirse zanjas de berma en cada berma del talud.

ii) La gradiente longitudinal de una zanja de berma es generalmente el mismo que la de la carretera adyacente, pero lo ideal sería alcanzar el 0.3% a 5% del mismo. En cuanto a la gradiente latitudinal, tal como se muestra en la Figura 3.2.17, es de 1:15 yendo en dirección opuesta al talud.

iii) Para una zanja de berma, se utilizan bloques de concreto reforzado en forma de U. La función de una zanja de berma es conectar las zanjas de la cumbre con las verticales para ayudar a la evacuación de las aguas de lluvia y de emanación. También previene el flujo excesivo de aguas superficiales en los taludes grandes.

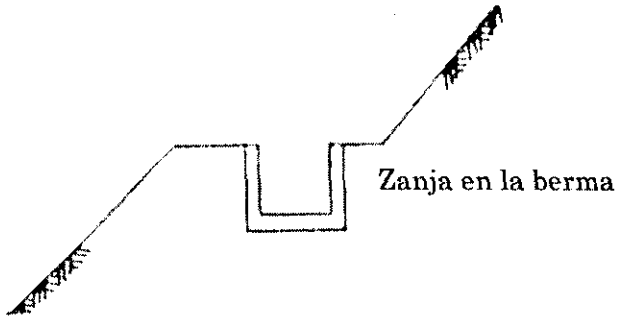


Figura 3.2.17 Zanja en la Berma

iv) Como se muestra en la Figura 3.2.18, para ayudar el flujo de las aguas de lluvia en un talud con rocas duras, la gradiente transversal en la berma es ajustado en 5% en dirección del talud.

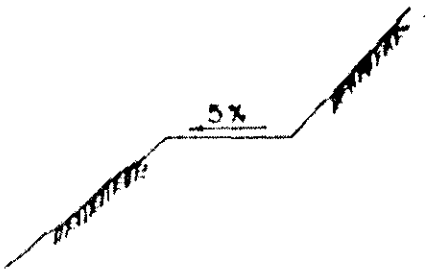


Figura 3.2.18 Gradiente en una Berma donde el Talud es de Roca Dura

3) Zanja al Pie

iii) Una zanja al pie es construida para prevenir el escurrimiento del pie del talud por acción de la lluvia y la intromisión de la misma en el pavimiento de las carreteras. La Figura 3.2.19 muestra una zanja al pie para un talud de corte. Para los taludes terraplenados, el corte es determinado por el tamaño del talud.

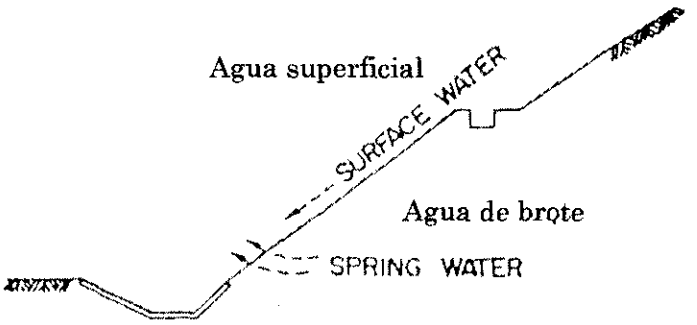


Figura 3.2.19 Zanja al Pie

4) Zanja Vertical

i) Las zanjas verticales son construidas para canalizar el agua de la cima o de las zanjas de berma de taludes de corte hacia las zanjas al pie, tomando en consideración la gradiente del talud. Las zanjas verticales son además construidas si la capacidad de la zanja de berma no es suficiente o si la topografía lo garantiza. Sin embargo, aún si la capacidad de la zanja de la cumbre, la zanja de la berma y de los canales fueran suficientes, si la longitud de la zanja de berma fuera más de 100 m, entonces las zanjas verticales deberán ser construidas cada 100 m o menos, tal como se muestra en la Figura 3.2.20. Se utilizarán bloques de concreto reforzado en forma de U ó roca para enrocado.

Menos de 100 m

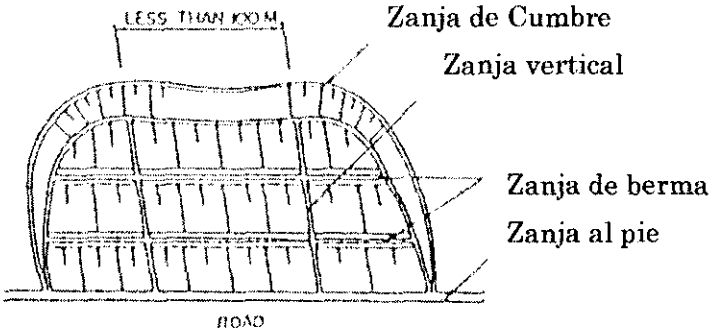


Figura 3.2.20 Zanja Vertical

5) Drenaje Superficial

i) El drenaje superficial es construido para prevenir que ocurra nuevamente deslizamientos de tierra mediante la infiltración de aguas de lluvia en los escombros de anteriores deslizamientos. Esto se hace colectando el agua de lluvia en el área donde se producen deslizamientos y retirándolo fuera del área. Hasta donde sea posible, debe evitarse que el agua superficial llegue hasta el área de deslizamientos utilizando adecuadas zanjas de drenaje de aislamiento.

ii) El drenaje superficial está formado por numerosos drenajes horizontales y verticales que reducen y suprimen en todo el largo los escombros del deslizamiento de tierra.

iii) Para este tipo de drenaje se utiliza generalmente piedras de enrrocado.

iv) Para el drenaje horizontal, el intervalo depende de la topografía, pero lo recomendable es de uno cada 10 m. Para drenaje vertical, el intervalo debe ser determinado por el cálculo de la cantidad de lluvia y concediendo un margen de 20% de seguridad. El intervalo recomendado para drenajes verticales es de 100 m.

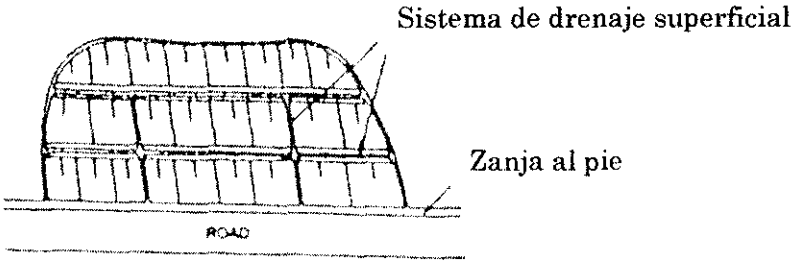


Figura 3.2.21 Sistema de Drenaje Superficial

3.2.4 Drenaje Horizontal

1) Objetivo

El objetivo de un drenaje horizontal de orificio es prevenir los deslizamientos que ocurren por reducción de los niveles de las aguas subterráneas por los escombros de deslizamientos inestables y por taludes inestables pronosticando un deslizamiento.

i) Método para confirmar una superficie de deslizamiento

Para la instalación apropiada de un drenaje horizontal de orificio para el drenaje de aguas superficiales, es necesario confirmar las superficies de deslizamiento mediante un estudio de suelo.

Las perforaciones para un estudio de deslizamiento será llevado a cabo en por lo menos tres puntos de la superficie de deslizamiento actual o potencial. Los deslizamientos ocurren en muchos casos a lo largo de límites entre colubiones y lechos rocosos y entre rocas severamente desgastadas y rocas ligeramente desgastadas. La perforación se lleva a cabo para confirmar los límites y los cambios en los tipos de suelo.

ii) Diseño de un Orificio de Drenaje Horizontal

Usualmente se instalan entre 4 y 5 orificios de drenaje por lugar. Los orificios de drenaje serán de 66 mm de diámetro y deben ser insertados en un ángulo de 5° y 10° a la horizontal para ayudar al drenaje de las aguas (ver Figura 3.2.22).

La instalación se lleva a cabo utilizando máquinas taladradoras para taladrar los orificios, tal como se muestra en la Figura 3.2.23. En donde el suelo está constituido por grava o tierra, los tubos de caja previenen la caída de los orificios de taladro.

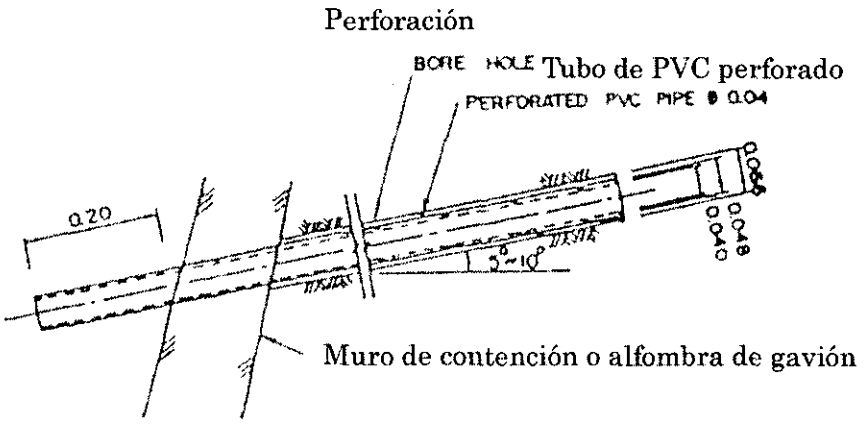


Figura 3.2.22 Angulo de perforación

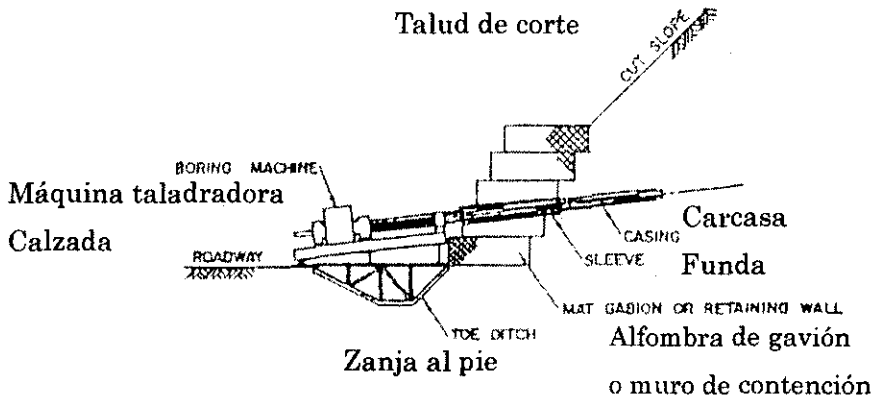
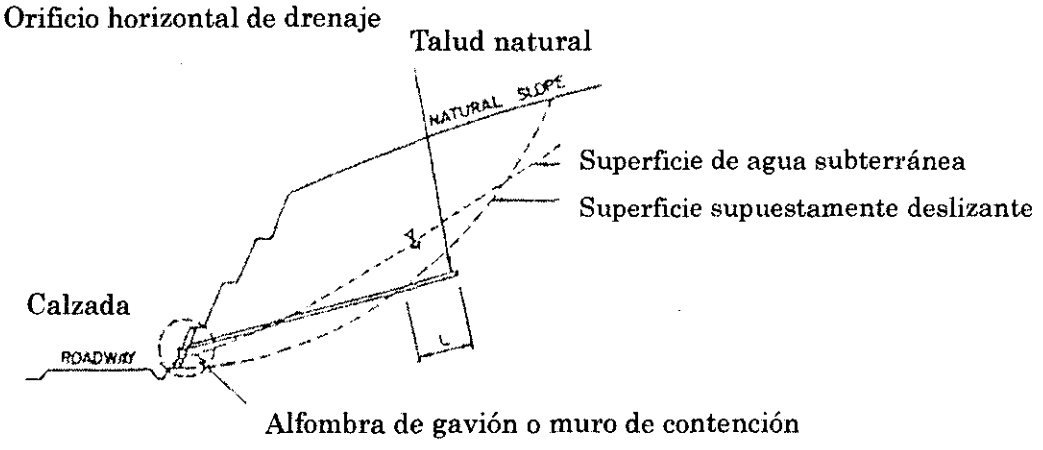


Figura 3.2.23 Máquina Taladradora

Como se muestra en la Figura 3.2.24, la perforación profunda desde la superficie de deslizamiento será de 10 m para taludes de tierra y de 3 m para taludes de roca.



Condición original del suelo	L
Tierra	10.00
Roca	3.00

Figura 3.2.24 Perforación Profunda desde una Superficie de Deslizamiento

2) Materiales:

Se inserta tubos perforados de PVC en lo orificios taladrados (ver Figura 3.2.25).

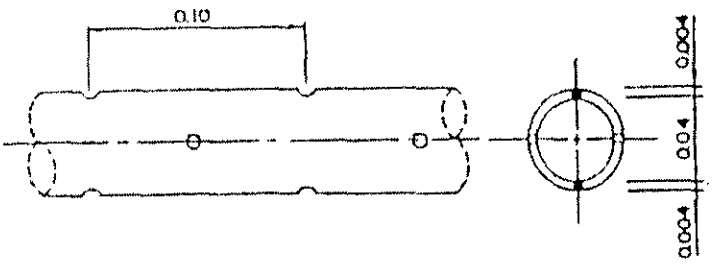


Figura 3.2.25 Tubos de PVC perforados

3) Reducción del Nivel de Aguas Subterráneas

Generalmente, los orificios de drenaje horizontal reducen aproximádamente 3 m de aguas subterráneas. Por consiguiente, cuando se lleva a cabo los cálculos de estabilidad para la planificación del agua subterránea en donde han sido o serán instalados los orificios de drenaje, el nivel supuesto será de 3 m menos que el máximo nivel del agua subterránea.

3.2.5 Estructura

1) Armazones de Apoyo

Existen tres tipos de armazones de apoyo usado generalmente:-

i) hormigón premoldeado
ii) fundido en el sitio
iii) concreto pulverizado

Las siguientes secciones se refieren a la aplicación, materiales y trabajos de diseños para estos tres tipos de armazones de apoyo.

a) Armazones de Apoyo de Hormigón Premoldeado

i) Aplicación

El armazón de apoyo de hormigón premoldeado puede ser utilizado en taludes con gradientes planas como de 1.0:1 y es efectivo en las siguientes situaciones:-

(a) talud de corte con agua de brote

(b) cuando existe una erosión y desgaste avanzados debido al escurrimiento de las aguas de lluvia

(c) donde el suelo no es adecuado para la vegetación pero que la vegetación es necesaria por las condiciones circundantes.

(d) donde los trabajos de vegetación han sido llevados a cabo pero que aún existe el temor de un derrumbre del talud.

ii) Materiales

Bloques de armazones de hormigón premoldeado, bloques de concreto para estructuras y espuma.

iii) Diseño

(a) El tramo de un armazón debe ser de 1 m. Las dimensiones de un miembro del armazón de apoyo es de 15cm x 15cm o 15cm x 20cm.

(b) Para prevenir el deslizamiento de los armazones, los espacios entre armazones deben ser llenados con mortero después de insertar ganchos de anclaje de 50 a 100 cm en el suelo y los alambres de acero tensados son amarrados fuertemente (ver Figura 3.2.26).

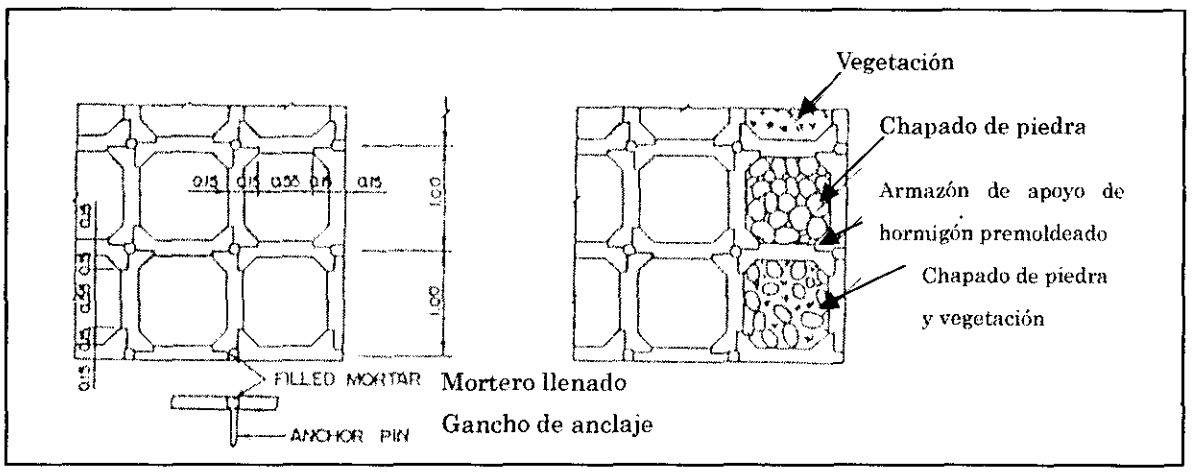


Figura 3.2.26 Muestra de Armazón de Apoyo de Hormigón Premoldeado

(c) Se coloca tierra nueva rica en nutrientes dentro de los armazones para asegurar que la vegetación prenda fuertemente. En ciertas condiciones se puede utilizar el chapado de piedra o los chapados con bloques de concreto (ver Figura3.2.27):-

*la gradiente del talud es más escarpado que 1.2:1, y

*existe una cantidad considerable de infiltración

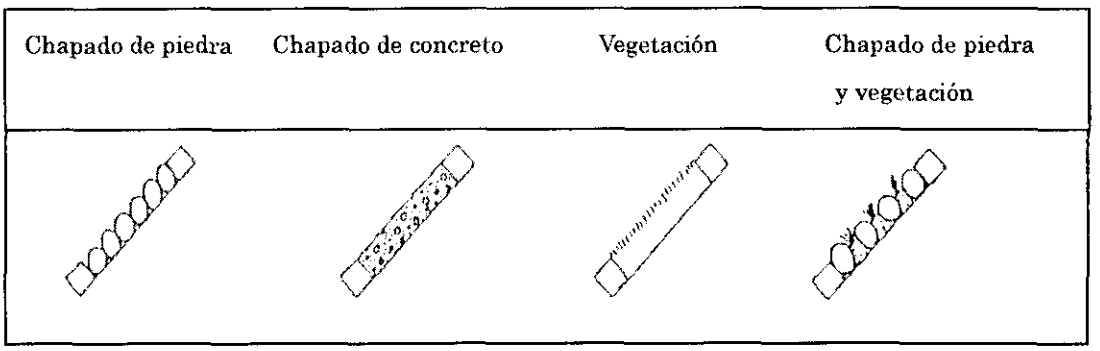


Figura 3.2.27 Ejemplos de Obra dentro del Armazón de Apoyo

(d) Donde existe agua de brote en un talud, se podrá instalar ya sea un sistema de drenaje subterráneo bifurcado o tapetes absorbentes de agua para prevenir el deslizamiento de tierra en el talud antes de concluir los trabajos de colocación de los armazones de apoyo de hormigón premoldeado.

(e) Es necesario considerar en la etapa del diseño, el tamaño y la clasificación de las piedras a utilizar para llenar los armazones, el problema de las piedras desgastadas y pequeñas que podrían ser arrastradas.

b) Armazón de apoyo Fundido en el Sitio

i) Aplicación

El armazón de apoyo de concreto fundido en el sitio es utilizado en taludes con gradientes más planos que 1.0:1 y es efectivo en las siguientes situaciones:-

(a) Cuando es cuestionable la futura estabilidad del talud (p.ej.talud de rocas desgastadas con agua de manantial).

(b) Cuando existe peligro de que pueda caerse el armazón de apoyo de hormigón premoldeado, y

(c) Cuando rocas inestables no puedan ser ancladas al lecho rocoso con el torcretado debido a juntas y rajaduras en el lecho rocoso.

ii) Materiales:

Concreto para estructuras, espuma y barra de refuerzo.

iii) Diseño:

(a) Los armazones pueden ser hechos de hormigón reforzado fundido en el lugar.

(b) Las dimensiones de las partes del armazón serán de 0.3 m x 0.3 m a 0.6 m x 0.6 m

con un espacio de 5 a 10 veces de dichas medidas.

(c) La gradiente del talud dependerá de la dureza del suelo, las barras de anclaje serán usada en las intersecciones de los armazones para evitar que éstos se deslicen (ver Figura 3.2.28).

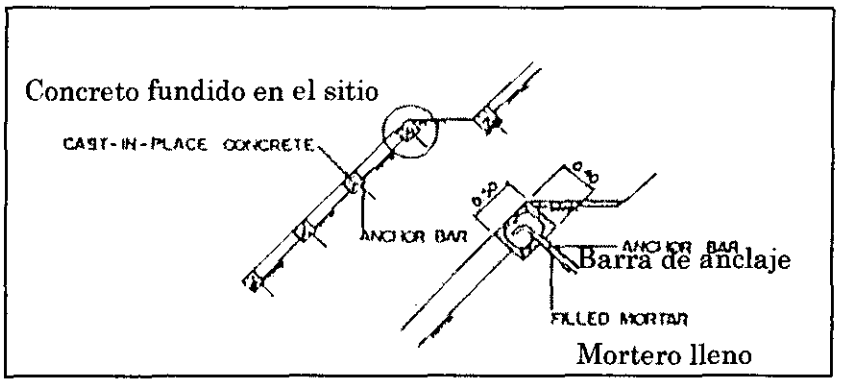


Figura 3.2.28 Armazón de Apoyo de Concreto Fundido en el Sitio

(d) Dependiendo de la condición del talud, el chapado de piedra, el chapado de concreto, la piedras de enrrocado con mortero o vegetación podrán ser utilizados para proteger el talud.

c) Armazones de Apoyo de Concreto Pulverizado

i) Aplicación

(a) El armazón de apoyo de concreto pulverizado es usado en situaciones semejantes al del armazón de apoyo de concreto fundido en el sitio, pero éste es más fácil de aplicar y puede ser utilizado en taludes accidentados. Además, este tipo de armazón de apoyo puede ser colocado para fijar la forma del talud.

(b) Es aplicable a taludes ondulantes.

(c) El armazón de apoyo de concreto pulverizado es muy utilizado en el refuerzo de armazones livianos prefabricados.

ii) Materiales

Se utiliza concreto para el pulverizado, red de acero liviano, pulverizador de concreto.

iii) Diseño

(a) Los armazones serán hechos en el sitio del hormigón reforzado mediante torcretado.

(b) Las partes del armazón serán de una medidad de 0.15m x 0.15m to 0.5m x 0.5m , con espacios de un ancho de 5 a 10 veces mayor que dichas medidas.

(c) En las intersecciones de los armazones y sus partes, se colocarán barras de anclaje para prenir el deslizamiento de los armazones (ver Figura 3.2.29).

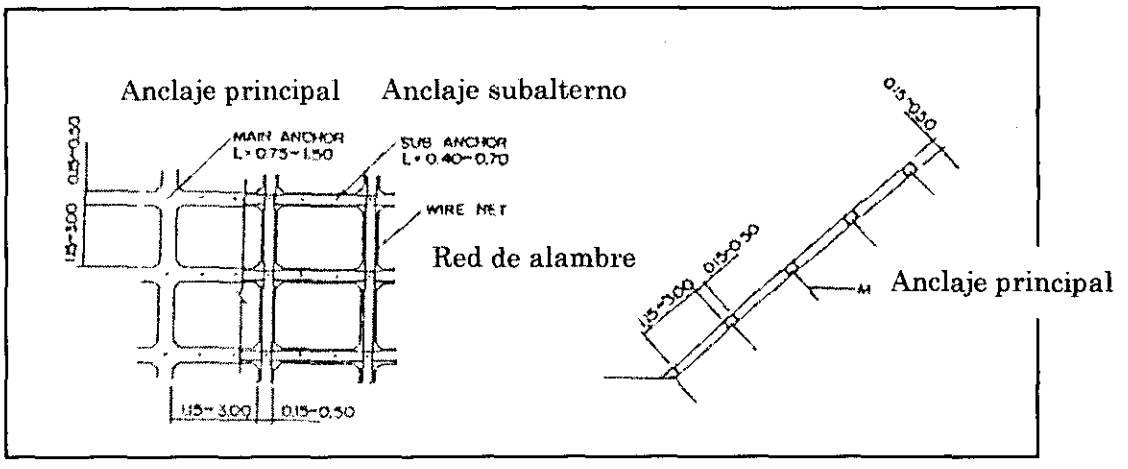


Figura 3.2.29 Armazón de Apoyo de Concreto Pulverizado

(d) Dependiendo de la condición del talud, se colocará el chapado de piedra, el chapado de concreto, el torcretado, el enrrocado con mortero o vegetación, para proteger el talud.

(e) La mezcla de concreto es el mismo que para el torcretado. La relación de peso del cemento, arena y grava es de 1:3:2 y la proporción de agua cemento es de 45%.

2) Torcretado

a) Aplicación

i) Para taludes sin agua de brote ni roca que se desgasten fácilmente.

ii) Para taludes con rocas desgastadas y que estén casi por caer.

iii) Para taludes con rocas agrietadas y juntas

iv) Para taludes que tengan sobresalientes

v) Para la nueva construcción de taludes de corte estables donde exista peligro que la infiltración cause inestabilidad en la superficie del talud.

vi) Para taludes donde la capa vegetal y las obras de vegetación no sean adecuadas.

b) Materiales

Concreto tipo pulverizado, red de alambre en forma de diamante (2mm x 50 mm), ganchos de anclaje (16 mm x 40 cm), tubos de PVCX (50 mm) y soplete pulverizador de concreto.

c) Diseño

i) Generalmente se pulveriza una capa de concreto de 10 cm sobre la superficie del talud. Donde la superficie del talud sea roca y extremadamente desigual, la capa delgada deberá ser aumentada a 15 cm.

ii) Para prevenir el agrietamiento del concreto pulverizado después del secado y evitar que el concreto se pele, se usará una red de alambre de acero con malla en forma de diamante (2 mm x 50 mm). Donde sea necesario se utilizará en lugar de las barras de acero.

iii) Antes del pulverizado de concreto, se colocará la red de alambre de acero en el talud con ganchos de anclaje (16mm x 40 cm) a intervalos de 1 o más por metro cuadrado.

iv) Para construir orificios de drenaje, se utiliza tubos PVC de 50 mm de diámetro y los orificios de drenaje son colocados cada 2 a 4 metros cuadrados.

v) El concreto podría tener un relación de peso de 1:3:2 para el cemento, arena y grava con una proporción de agua cemento de 45%.

vi) Donde el área de operación es amplia y el talud relativamente plano, podría ocurrir una contracción y rajadura del concreto. Para prevenir la extensión de la rajadura se colocan junturas de expansión vertical cada 20 metros tal como se muestra en la Figura 2.2.30. Donde la superficie de la roca es muy desigual, se puede reducir el número de juntas de expansión mientras que la tensión mecánica inducida por la temperatura será parcialmente absorbida.

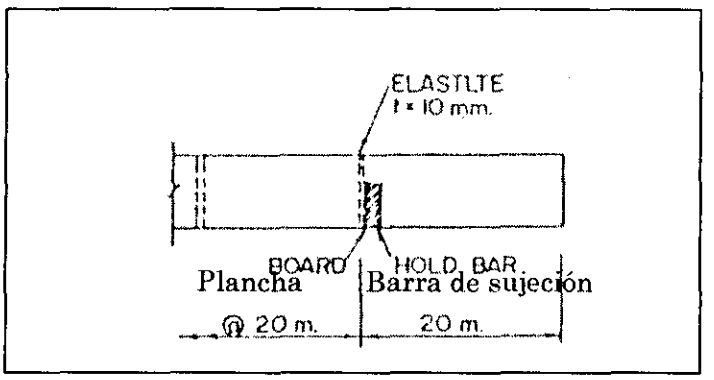


Figura 3.2.30 Junta de Expansión Vertical

Para prevenir la infiltración después de la cubierta de la superficie del talud con el torcretado, se podrá utilizar el método de torcretado parcial (ver Figura 2.2.31), o el método de torcretado completo (que incluye el uso de una zanja en la cumbre)(ver Figura 2.2.32).

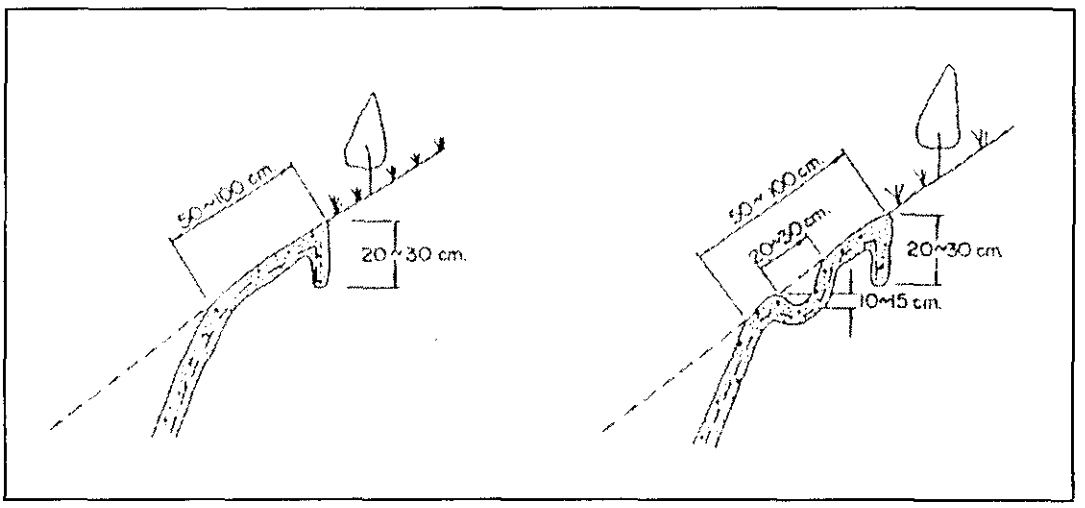


Figura 3.2.31 Método de Torcretado Parcial

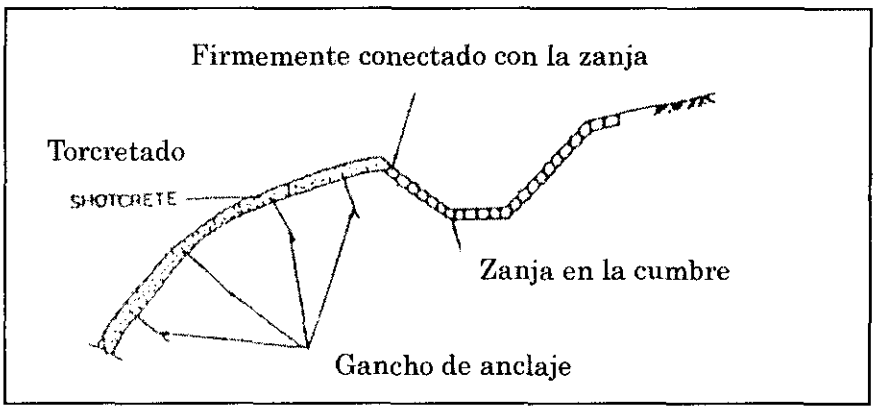


Figura 3.2.32 Método de Torcretado Completo

d) Construcción

i) La duración de la superficie del torcretado es altamente influenciada por la acción atmosférica al momento de la construcción. Es importante tomar en cuenta el momento preciso para el torcretado y no se realice cuando existan las siguientes condiciones:-

ii) Se tenga que utilizar agua o aire presurizado para remover rocas inestables y polvo. En tal caso se coloca la red de alambre sobre la superficie del talud para luego pulverizar el torcretado sobre la red.

iii) Se debe pulverizar el torqueteo en forma contínua hasta que la junta de expansión vertical se haya extendido.

3.2.6 Protección

1) Red de Prevención

a) Aplicación

i) La red de prevención es utilizada en los taludes de corte donde la fricción, desgaste o erosione por la lluvia, aumentando la probabilidad de que ocurra una caída de rocas.

ii) Además del intento de prevenir la caída de rocas, es importante prevenir la caída de las mismas sobre la carretera y guiarlas hacia el pie del talud.

iii) Para prevenir que las rocas caigan sobre la carretera, existen dos tipos de redes de prevención. (ver Figura 3.2.33) :

(a) Red de tipo cubierta para prevenir la caída de rocas (compuesto por red de alambre, alambres, anclajes de bloques de concreto y tornillos de anclaje) que evita la caída de rocas atrapándolas entre el talud de corte y la red de alambre.

(b) Red de prevención de caída de rocas de tipo bolsillo (consistente en alambre de gancho, red, soportes de acero, anclajes de bloques de acero) que capturan las rocas que caen en un área como un bolsillo por absorción de la fuerza de la caída de las rocas a través de la red de alambre.

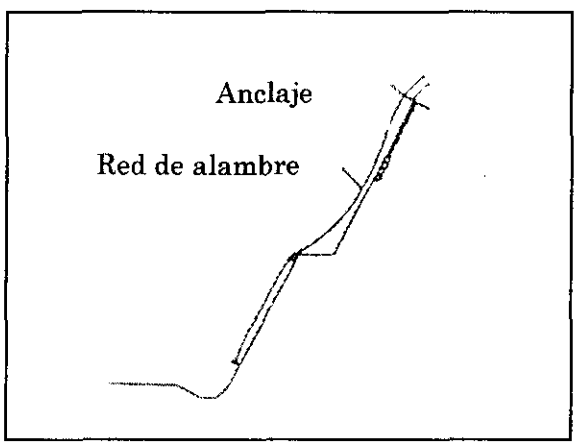


Figura 3.2.33 Redes de Prevención

b) Materiales

i) Red de alambre (diámetro del alambre: 2.6 mm – 4.0 mm, malla de red: 50 mm x 50 mm)

ii) Alambre 3 x 7 galvanizado y retorcido con grasa de petróleo: la máxima resistencia de tracción del alambre principal es de 12,000 kg (diámetro 16 mm), la máxima resistencia de tracción de los alambres subalternos es de 7,000 kg (diámetro 12

mm).

iii) La longitud de los tornillos de anclaje es de 1.5 m (diámetro: 25 mm).

iv) Bloques de anclaje de concreto (1 m de ancho, 1.2 m de profundidad, 2.0 m de longitud en dirección al cable).

v) Soporte de acero en forma de H (sólo para las redes de prevención de caída de rocas tipo bolsillo)

2) Vallas de Prevención

a) Aplicación

La valla es efectiva para detener la dispersión de las rocas pequeñas en la superficie de la carretera (ver Figura 2.2.34). La valla puede tener postes de soporte rectos o con ángulos.

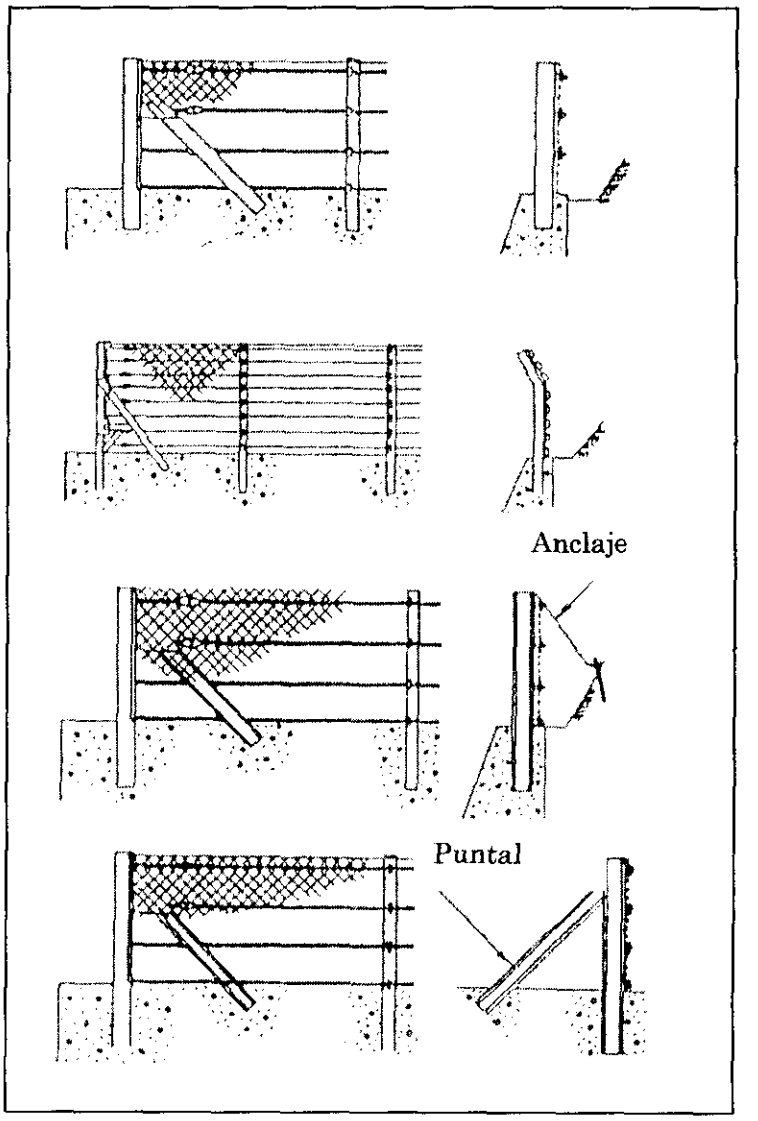


Figura 3.2.34 Valla de Malla de Alambre

3) Muro de Concreto

a) Aplicación

Los muros de barreras son relativamente efectivos para prevenir la dispersión de rocas medianas sobre la superficie de las carreteras, pero para su instalación se requiere un área relativamente amplia adyacente a la pista.

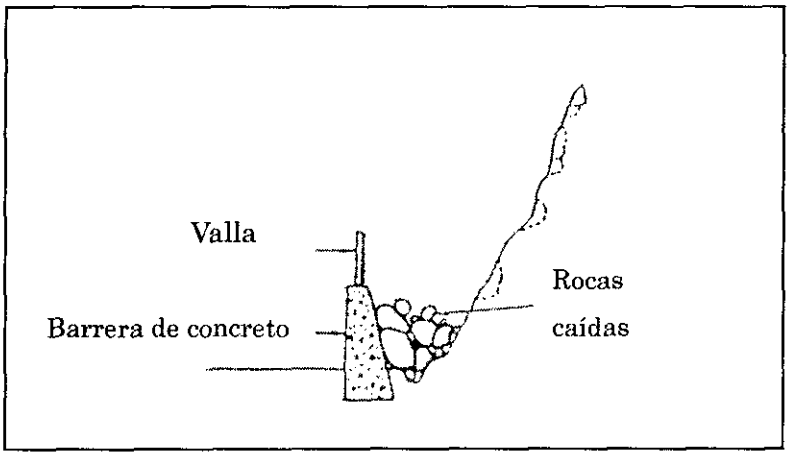


Figura 3.2.35 Barrera de Muro de Concreto

CAPÍTULO 4 MÉTODO DE OBTENCIÓN DE MATERIALES

4.1 Generalidades

La ley y regulación para la obtención de materiales se describen en el presente capítulo. También se indica los métodos de estimación de costos.

4.2 Condiciones de Obtención de Materiales

Normalmente la procuración es regulada por la ley 323 de la LEY DE COMERCIO DEL ESTADO. En caso de que los materiales sean obtenidos directamente de una cantera, esto será regulado por la "LEY GENERAL DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES" y por la "Ley No. 387" de Desarrollo Minero.

4.3 Criterios para la Estimación de Costos

1) Establecimiento de criterios para la estimación de costos

Es necesario establecer criterios para la estimación de costos para ordenar la construcción a precios razonables en el MTI. Por lo tanto, el proyecto de estandarización de costos hecho con financiación danesa es terminada y extendida inmediatamente.

2) Sistema de Estimación de Costos

La composición de gastos de construcción del contrato es como sigue:

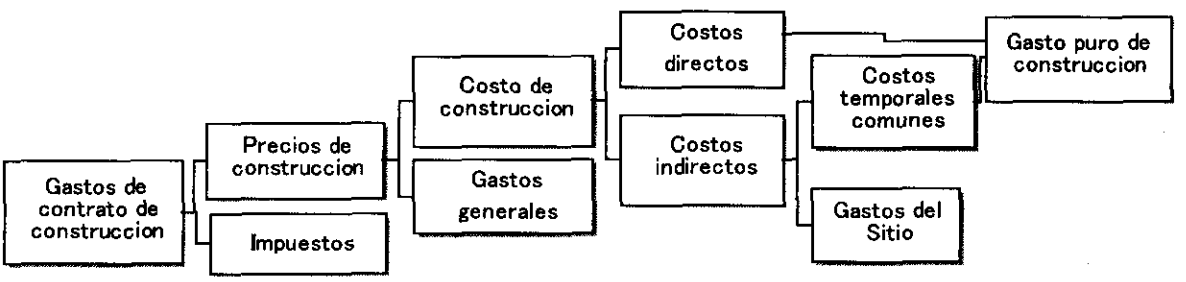


Figura 4.3.1 Sistema de Estimación de Costos Estimation System

3) Registro de las bases de datos y eficiencia de la investigación

Es necesario llevar un registro de base de datos de costos para una estimación razonable. Los criterios para la estimación de costos se definen investigando la eficiencia de las contramedidas de los trabajos.

APÉNDICES

Apéndice 1: Relación del Diámetro y la cant. de precipitación, cant. de rodantes

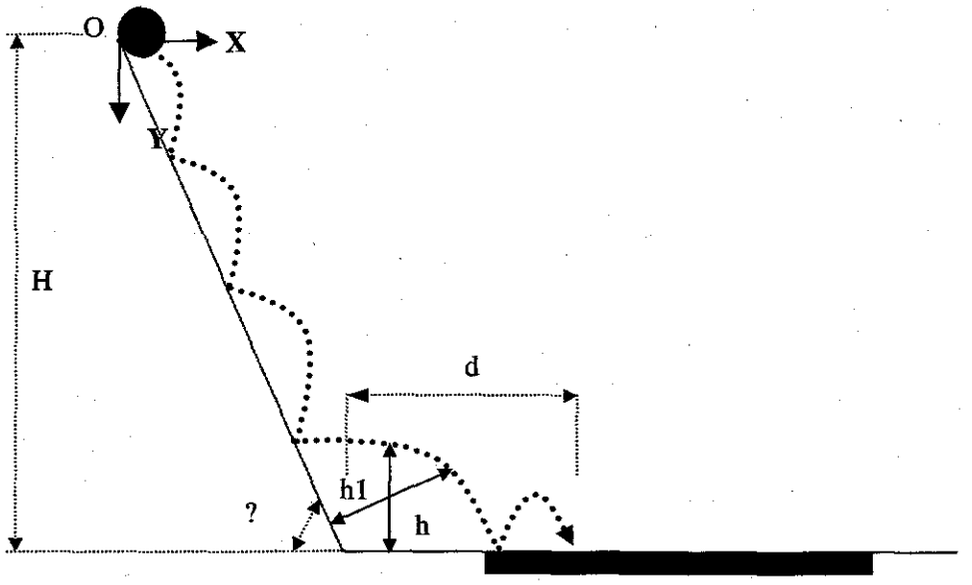
Apéndice 2: Ingreso de Datos para Muros de Prevención de Concreto

Apéndice 3: PLANOS ESTÁNDARDS

Apéndice 1

Relación del Diámetro y la cant.
de precipitación, cant. de rodantes

◇Relación del Diámetro y la cant. de precipitación, cant. de rodantes



Hmax=Se adopta el mayor valor de h1 y h2

Item		Marca	Valor	Observaciones
Radio de canto rodado en caida	m	r	-	—
Coeficiente de Resistencia	—	Ck	0.100	Datos de Prueba
Coeficiente de Resistencia del Aire	—	ak	0.001	Valor de Doctrina
eficiente de Equivalencia de Fricción:	Promedio	m	0.690	rueba de Datos (Número aleatori
	Desviación Estandar	ρ	0.180	
Coeficiente de repulsión: e	Promedio	m	0.275	Prueba de Datos (No. aleatorio)
	Desviación Estandar	ρ	0.280	
Coeficiente de amortiguación: p	Promedio	m	0.580	Prueba de Datos (No. aleatorio)
	Desviación Estandar	ρ	0.250	
Velocidad Crítica: Vcr	Promedio	m	4.690	Prueba de Datos (No. aleatorio)
	Desviación Estandar	ρ	2.020	

El uso de modelo analítico

Evaluación de la fuerza de impacto de la estructura de prevención de la caída de rocas considerando la condición del talu
Recopilación de Estructuras de Ingeniería Vol.37A.

Datos de Referencia con excepción de lo indicado arriba .

Un acercamiento al Diseño Racional de Estructura de Prevención de caída de rocas
Simposium Recopilación de Documentos refentes a la Fuerza de Impacto de la caída de las rocas etc.
Evaluación de la fuerza de impacto y aplicación de la estructura de prenvención considerando la Condición del Talud
Simposium Recopilación de Documentos referentes a la Fuerza de Impacto de la caída de las rocas.
Método de evaluación de la energía de la caída de las rocas desde la parte superior del talud
Simposium Recopilación de Documentos referentes a la Fuerza de Impacto de la caída de las rocas.
Consideración sobre el moviemiento de números fijos de la caída de las rocas y la cantidad de precipitación
Recopilación de Documentos de Composición Civil NO. 581/ IV -37
Desarrollo del Método de Movimiento Analítico de la caída de rocas en el talud.
Recopilación de Documentos de Estructura de Ingeniería Vol.43A

Diameter (m)		Height (m)	N	Position Xend(m)	Max. Jumping qt. Hmax(m)	Max. Jumping qt. X Co.	Rolling qt. d(m)
	T=30°·H=10m	10	1	20.13	0.52	8.65	2.81
		10	2	20.13	0.38	11.21	2.81
		10	3	17.88	0.58	17.25	0.56
		10	4	20.13	0.40	6.32	2.81
		10	5	17.41	0.25	3.67	0.08
		10	6	20.13	0.47	7.15	2.81
		10	7	17.39	0.25	17.39	0.07
		10	8	17.39	0.36	3.40	0.06
		10	9	17.40	0.35	9.89	0.08
		10	10	17.37	0.25	16.50	0.05
			Ave	18.54	0.38	10.16	1.21
	T=30°·H=20m	20	1	34.69	0.52	31.16	0.05
		20	2	34.71	0.44	22.48	0.07
		20	3	40.13	0.25	30.82	5.49
		20	4	34.72	0.35	8.13	0.08
		20	5	34.72	0.25	28.92	0.08
		20	6	34.72	0.25	28.92	0.08
		20	7	34.67	0.33	4.34	0.03
		20	8	40.13	0.85	28.38	5.49
		20	9	40.13	0.36	19.43	5.49
		20	10	34.72	0.54	8.11	0.08
			Ave	36.33	0.41	21.07	1.69
	T=30°·H=30m	30	1	52.08	0.26	3.20	0.12
		30	2	52.19	0.41	23.26	0.23
		30	3	0.12	0.00	-	0.00
		30	4	52.11	0.41	5.43	0.15
		30	5	52.34	0.41	15.95	0.38
		30	6	52.08	0.34	2.01	0.12
		30	7	52.09	0.45	11.76	0.13
		30	8	55.13	0.25	33.62	3.17
		30	9	52.11	0.57	17.85	0.15
		30	10	0.12	0.00	-	0.00
			Ave	42.04	0.31	14.13	0.44
	T=30°·H=40m	40	1	69.39	0.25	31.53	0.11
		40	2	69.40	0.36	6.48	0.12
		40	3	0.12	0.00	-	0.00
		40	4	69.79	0.49	11.83	0.51
		40	5	75.13	0.79	58.65	5.85
		40	6	75.13	0.62	62.22	5.85
		40	7	75.13	0.25	68.85	5.85
		40	8	69.42	0.60	7.60	0.14
		40	9	0.12	0.00	-	0.00
		40	10	69.41	0.58	56.48	0.13
			Ave	57.30	0.39	37.95	1.85
	T=30°·H=50m	50	1	86.94	0.65	71.62	0.34
		50	2	86.69	0.36	11.61	0.09
		50	3	0.12	0.00	-	0.00
		50	4	86.67	0.93	12.93	0.07
		50	5	86.69	0.38	7.04	0.08
		50	6	90.13	0.74	43.94	3.53
		50	7	86.96	0.66	35.45	0.36
		50	8	86.67	0.48	51.66	0.07
		50	9	87.30	0.85	63.97	0.69
		50	10	86.73	0.57	24.99	0.13
			Ave	78.49	0.54	35.91	0.54

	Height (m)	N	Position Xend(m)	Max. Jumping qt. Hmax(m)	Max. Jumping qt. X Co.	Rolling qt. d(m)
T=40°·H=10m	10	1	15.17	0.25	11.97	3.25
	10	2	12.23	0.31	12.01	0.32
	10	3	15.17	0.25	3.11	3.25
	10	4	12.04	0.25	12.04	0.12
	10	5	11.99	0.25	11.99	0.08
	10	6	0.16	0.00	-	0.00
	10	7	15.17	0.25	7.04	3.25
	10	8	12.01	0.71	10.26	0.09
	10	9	15.17	0.39	4.18	3.25
	10	10	12.05	1.02	7.59	0.13
		Ave	12.12	0.37	8.91	1.38
T=40°·H=20m	20	1	30.17	0.76	11.94	6.34
	20	2	23.91	0.56	8.10	0.08
	20	3	23.89	0.25	23.34	0.06
	20	4	24.00	0.78	21.59	0.17
	20	5	23.92	0.35	4.06	0.08
	20	6	23.93	0.43	5.70	0.10
	20	7	23.92	0.25	23.92	0.09
	20	8	24.67	1.48	21.23	0.84
	20	9	0.16	0.00	-	0.00
	20	10	23.97	0.89	17.27	0.13
		Ave	22.26	0.58	15.24	0.79
T=40°·H=30m	30	1	36.07	0.90	28.14	0.32
	30	2	35.92	0.90	6.36	0.17
	30	3	0.16	0.00	-	0.00
	30	4	35.92	0.25	13.10	0.17
	30	5	35.91	0.80	33.34	0.16
	30	6	35.93	0.43	10.64	0.18
	30	7	40.17	0.52	33.24	4.42
	30	8	35.91	0.27	2.76	0.15
	30	9	35.95	0.60	5.58	0.20
	30	10	35.94	0.28	3.78	0.18
		Ave	32.79	0.49	15.22	0.60
T=40°·H=40m	40	1	48.43	1.25	45.64	0.76
	40	2	47.84	0.60	36.59	0.17
	40	3	48.29	0.90	46.36	0.62
	40	4	50.17	1.45	34.42	2.50
	40	5	47.85	0.50	41.94	0.18
	40	6	47.80	0.46	32.94	0.13
	40	7	48.06	0.86	15.65	0.39
	40	8	50.17	0.63	23.54	2.50
	40	9	47.84	0.25	46.99	0.17
	40	10	48.02	0.90	41.82	0.35
		Ave	48.45	0.78	36.59	0.78
T=40°·H=50m	50	1	65.17	0.25	59.68	5.58
	50	2	60.05	1.28	57.18	0.46
	50	3	59.73	0.35	31.16	0.14
	50	4	62.15	3.97	53.40	2.56
	50	5	0.16	0.00	-	0.00
	50	6	59.74	0.55	55.51	0.15
	50	7	59.69	0.45	36.79	0.11
	50	8	59.96	1.11	43.75	0.38
	50	9	59.93	1.14	22.61	0.35
	50	10	60.79	1.29	58.93	1.21
		Ave	54.74	1.04	46.56	1.09

	Height (m)	N	Position Xend(m)	Max. Jumping qt. Hmax(m)	Max. Jumping qt. X Co.	Rolling qt. d(m)
T=50°·H=10m	10	1	8.82	0.81	6.60	0.42
	10	2	8.54	0.48	3.34	0.15
	10	3	10.88	2.10	9.98	2.49
	10	4	10.65	1.97	9.74	2.26
	10	5	11.22	2.30	9.88	2.83
	10	6	8.55	0.51	4.13	0.16
	10	7	8.57	0.61	2.57	0.18
	10	8	8.75	0.86	6.25	0.36
	10	9	10.72	1.41	9.41	2.33
	10	10	8.53	0.28	3.88	0.14
		Ave	9.52	1.13	6.58	1.13
T=50°·H=20m	20	1	20.21	0.36	9.55	3.43
	20	2	19.53	1.31	17.75	2.75
	20	3	16.95	1.01	4.49	0.16
	20	4	16.97	1.05	5.71	0.19
	20	5	16.97	1.35	6.84	0.19
	20	6	17.03	0.48	10.88	0.25
	20	7	17.06	1.25	13.11	0.28
	20	8	16.92	0.95	7.43	0.14
	20	9	16.94	0.29	2.91	0.15
	20	10	16.95	0.25	1.51	0.17
		Ave	17.55	0.83	8.02	0.77
T=50°·H=30m	30	1	26.28	2.34	9.69	1.11
	30	2	27.71	2.36	24.78	2.53
	30	3	25.79	1.20	23.02	0.62
	30	4	25.99	1.58	19.91	0.82
	30	5	25.47	0.49	18.00	0.29
	30	6	26.02	1.17	15.07	0.85
	30	7	30.21	1.04	15.21	5.04
	30	8	25.43	0.96	19.01	0.26
	30	9	25.64	0.72	2.79	0.46
	30	10	26.52	1.23	25.83	1.34
		Ave	26.50	1.31	17.33	1.33
T=50°·H=40m	40	1	34.65	0.78	28.38	1.08
	40	2	33.76	0.27	1.75	0.19
	40	3	33.77	0.69	3.10	0.21
	40	4	34.06	0.87	6.02	0.50
	40	5	35.27	2.18	21.92	1.70
	40	6	33.73	0.51	1.69	0.16
	40	7	34.10	1.04	16.27	0.54
	40	8	33.89	1.54	28.86	0.33
	40	9	34.85	2.08	21.13	1.29
	40	10	34.10	1.82	26.59	0.53
		Ave	34.22	1.18	15.57	0.65
T=50°·H=50m	50	1	43.04	1.91	37.54	1.08
	50	2	42.52	3.12	23.10	0.56
	50	3	42.21	1.61	22.47	0.25
	50	4	42.91	1.80	39.72	0.96
	50	5	42.13	0.81	5.39	0.18
	50	6	48.66	5.54	44.61	6.70
	50	7	42.13	0.26	1.59	0.18
	50	8	42.20	0.61	9.42	0.24
	50	9	42.61	1.36	15.36	0.65
	50	10	42.17	0.81	5.20	0.22
		Ave	43.06	1.78	20.44	1.10

f=0.5m

Diameter (m)		Height (m)	N	Position Xend(m)	Max. Jumping qt. Hmax(m)	Max. Jumping qt. X Co.	Rolling qt. d(m)
	T=30°·H=10m	10	1	17.54	0.50	16.77	0.22
		10	2	17.51	0.55	13.72	0.19
		10	3	17.48	0.53	8.52	0.16
		10	4	17.54	0.95	8.81	0.22
		10	5	17.48	0.69	8.21	0.16
		10	6	20.26	0.61	13.84	2.94
		10	7	17.52	0.93	12.05	0.20
		10	8	17.50	0.59	12.52	0.18
		10	9	17.45	0.62	8.56	0.12
		10	10	17.50	0.70	11.91	0.18
			Ave.	17.78	0.67	11.49	0.46
	T=30°·H=20m	*20*	*1*	*34.76*	*0.63*	*33.65*	*0.12*
		20	2	34.79	0.75	11.69	0.15
		20	3	34.77	0.50	7.98	0.12
		20	4	34.85	0.50	29.04	0.20
		20	5	34.76	0.63	3.38	0.12
		20	6	34.74	0.63	31.88	0.09
		20	7	34.83	0.67	26.99	0.19
		20	8	40.26	0.80	9.05	5.62
		20	9	34.83	0.51	2.28	0.19
		20	10	34.76	0.50	34.76	0.12
			Ave	35.33	0.61	19.07	0.69
	T=30°·H=30m	30	1	55.26	0.50	43.48	3.30
		30	2	55.26	0.50	43.48	3.30
		30	3	52.22	0.75	16.44	0.26
		30	*4*	*52.47*	*0.81*	*45.00*	*0.51*
		30	5	52.19	0.62	38.02	0.23
f=1.0m		30	6	0.25	0.00	-	0.00
		30	7	55.26	0.50	43.48	3.30
		30	8	52.18	0.87	43.03	0.22
		30	9	55.26	0.98	48.01	3.30
		30	10	52.15	0.66	43.91	0.19
			Ave	48.25	0.62	40.34	1.46
	T=30°·H=40m	40	1	69.51	1.13	63.64	0.23
		40	2	69.45	0.57	62.44	0.17
		40	3	69.47	1.12	36.70	0.19
		40	4	75.26	0.66	35.93	5.98
		40	5	0.25	0.00		0.00
		40	6	69.46	0.57	45.96	0.18
		40	7	69.47	0.69	10.66	0.19
		40	8	69.44	0.82	29.21	0.16
		40	9	0.25	0.00		0.00
		40	10	69.49	0.74	11.99	0.21
			Ave	56.21	0.63	37.07	0.73
	T=30°·H=50m	50	1	86.78	1.02	12.71	0.18
		50	2	86.79	0.50	12.70	0.19
		50	3	86.77	0.60	68.49	0.17
		50	4	90.26	0.90	44.80	3.66
		50	5	86.83	0.50	18.62	0.23
		50	6	90.26	1.13	73.30	3.66
		50	7	86.83	0.50	18.62	0.23
		50	8	86.83	0.50	18.62	0.23
		50	9	86.78	0.81	7.97	0.17
		50	10	86.76	0.99	18.06	0.16
			Ave	87.49	0.75	29.39	0.89

	Height (m)	N	Position Xend(m)	Max. Jumping qt. Hmax(m)	Max. Jumping qt. X Co.	Rolling qt. d(m)
T=40°·H=10m	10	1	12.27	0.70	2.20	0.35
	10	2	12.29	0.77	11.16	0.37
	10	3	12.12	0.53	9.11	0.20
	10	4	12.19	0.52	9.69	0.27
	10	5	12.14	0.50	4.01	0.22
	10	6	0.32	0.00	-	0.00
	10	7	12.09	0.71	5.31	0.17
	10	8	13.18	1.15	12.56	1.27
	10	9	12.21	0.98	7.67	0.29
	10	10	12.09	0.65	10.35	0.17
		Ave	11.09	0.65	8.01	0.33
T=40°·H=20m	*20*	*1*	*24.28*	*1.65*	*20.99*	*0.44*
	20	2	0.32	0.00	-	0.00
	20	3	24.05	0.50	5.78	0.21
	20	4	24.05	0.57	22.56	0.22
	20	5	23.99	0.72	19.21	0.15
	20	6	0.32	0.00	-	0.00
	20	7	0.32	0.00	-	0.00
	20	8	24.09	0.92	16.84	0.26
	20	9	30.34	1.07	12.92	6.51
	20	10	24.09	0.50	22.68	0.26
		Ave	17.59	0.59	17.28	0.81
T=40°·H=30m	30	1	36.07	0.90	17.43	0.31
	30	2	40.34	0.92	20.09	4.59
	30	3	35.98	0.50	13.43	0.23
	30	4	36.07	0.69	18.87	0.31
	30	5	36.04	0.73	14.18	0.29
	30	6	36.04	0.65	5.23	0.29
	30	7	36.05	0.68	29.25	0.29
	30	8	36.07	0.71	33.69	0.32
	30	9	36.03	0.68	24.92	0.27
	30	10	36.03	0.96	12.04	0.28
		Ave	36.47	0.74	18.91	0.72
T=40°·H=40m	40	1	50.34	1.30	12.05	2.67
	40	2	47.95	0.50	44.99	0.28
	40	3	47.96	0.50	42.18	0.29
	40	4	49.34	1.36	48.46	1.67
	40	5	49.62	1.54	42.31	1.95
	40	6	48.64	0.99	48.30	0.97
	40	7	47.95	0.54	3.12	0.28
	40	8	48.10	0.96	31.95	0.43
	40	9	47.91	0.79	15.67	0.24
	40	10	50.34	1.08	10.41	2.67
		Ave	48.82	0.96	29.95	1.15
T=40°·H=50m	50	1	59.83	0.50	58.24	0.24
	50	2	61.11	1.32	41.23	1.52
	50	3	59.81	0.50	57.69	0.22
	50	4	59.87	0.61	56.48	0.29
	50	5	59.83	1.17	52.78	0.24
	50	6	62.07	1.62	60.56	2.49
	50	7	59.90	0.76	17.18	0.31
	50	8	65.34	0.58	42.20	5.75
	50	9	61.07	1.91	57.98	1.48
	50	10	59.85	0.97	25.39	0.26
		Ave	60.87	1.00	46.98	1.28

	Height (m)	N	Position Xend(m)	Max. Jumping qt. Hmax(m)	Max. Jumping qt. X Co.	Rolling qt. d(m)
T=50°·H=10m	10	1	8.68	0.50	1.36	0.29
	10	2	8.96	0.75	8.91	0.57
	10	3	8.65	0.96	6.39	0.26
	10	4	8.93	0.98	2.73	0.54
	10	5	8.91	0.69	8.82	0.52
	10	6	8.67	0.58	5.79	0.28
	10	7	8.89	0.73	4.88	0.50
	10	8	9.01	0.77	8.95	0.62
	10	9	8.65	0.77	2.31	0.26
	10	10	9.00	0.84	7.41	0.61
		Ave	8.84	0.76	5.75	0.44
T=50°·H=20m	*20*	*1*	*17.92*	*1.11*	*17.35*	*1.14*
	20	2	17.70	1.24	16.03	0.92
	20	3	17.52	0.90	16.98	0.74
	20	4	17.11	1.58	8.69	0.33
	20	5	17.13	0.88	5.84	0.35
	20	6	17.04	0.77	2.84	0.26
	20	7	18.81	1.99	17.65	2.02
	20	8	17.80	1.59	14.73	1.02
	20	9	17.12	0.95	13.13	0.34
	20	10	17.18	1.16	3.73	0.40
		Ave	17.53	1.22	11.70	0.75
T=50°·H=30m	30	1	26.12	1.40	24.06	0.95
	30	2	25.50	0.79	2.71	0.32
	30	3	27.47	2.77	23.34	2.29
	30	4	26.22	1.81	23.45	1.05
	30	5	25.52	0.80	10.47	0.34
	30	6	25.59	0.82	5.52	0.41
	30	7	25.79	0.85	9.91	0.62
	30	8	25.78	1.14	8.42	0.61
	30	9	26.49	1.34	25.91	1.31
	30	10	25.52	0.58	7.54	0.34
		Ave	26.00	1.23	14.13	0.83
T=50°·H=40m	40	1	33.85	0.82	24.38	0.28
	40	2	36.98	2.15	34.70	3.41
	40	3	34.44	1.57	22.57	0.88
	40	4	33.86	0.69	6.71	0.30
	40	5	34.22	1.56	25.31	0.66
	40	6	34.51	1.01	34.33	0.95
	40	7	34.73	2.46	21.51	1.16
	40	8	33.90	2.20	10.89	0.33
	40	9	33.84	0.81	21.30	0.28
	40	10	36.83	3.32	33.25	3.26
		Ave	34.71	1.66	23.49	1.15
T=50°·H=50m	50	1	42.28	0.80	3.95	0.32
	50	2	44.48	2.00	43.45	2.52
	50	3	42.28	1.82	17.69	0.32
	50	4	44.24	2.08	43.47	2.28
	50	5	42.39	1.20	30.98	0.43
	50	6	45.77	5.82	35.70	3.82
	50	7	42.26	1.67	7.26	0.31
	50	8	44.41	2.49	41.72	2.45
	50	9	42.28	2.44	36.31	0.32
	50	10	42.47	1.15	14.76	0.52
		Ave	43.28	2.15	27.53	1.33

Diameter (m)		Height (m)	N	Position Xend(m)	Max. Jumping qt. Hmax(m)	Max. Jumping qt. X Co.	Rolling qt. d(m)
	T=30°·H=10m	10	1	20.39	0.77	10.48	3.07
		10	2	17.75	0.85	10.83	0.43
		10	3	18.12	1.04	17.62	0.80
		10	4	17.51	0.75	14.53	0.19
		10	5	17.51	0.88	11.46	0.18
		10	6	17.50	0.99	11.81	0.18
		10	7	17.56	1.05	7.08	0.24
		10	8	17.50	0.75	17.30	0.18
		10	9	17.61	0.89	10.30	0.29
		10	10	17.52	0.88	4.01	0.20
			Ave	17.90	0.88	11.54	0.58
	T=30°·H=20m	20	1	35.33	1.13	18.30	0.69
		20	2	34.93	1.16	28.74	0.29
		20	3	0.38	0.00	-	0.00
		20	4	34.91	0.98	20.37	0.27
		20	5	34.89	0.99	13.77	0.25
		20	6	34.89	0.80	10.80	0.25
		20	7	0.38	0.00	-	0.00
		20	8	35.05	0.82	33.49	0.41
		20	9	34.97	0.75	28.99	0.33
		20	10	0.37	0.00	-	0.00
			Ave	24.61	0.66	22.06	0.25
	T=30°·H=30m	30	1	52.31	1.27	19.65	0.35
		30	2	0.37	0.00	-	0.00
		30	3	52.20	0.86	5.86	0.24
		30	4	52.31	0.86	39.43	0.35
f=1.5m		30	5	52.27	1.04	26.61	0.31
		30	6	52.53	1.09	44.84	0.57
		30	7	52.34	0.75	43.44	0.37
		30	8	60.39	1.02	23.60	8.43
		30	9	52.23	0.75	48.29	0.27
		30	10	0.37	0.00	-	0.00
			Ave	42.73	0.76	31.47	1.09
	T=30°·H=40m	40	1	69.93	1.17	31.56	0.65
		40	2	69.55	0.75	51.80	0.26
		40	3	69.53	1.19	19.48	0.25
		40	4	0.37	0.00	-	0.00
		40	5	0.37	0.00	-	0.00
		40	6	69.64	1.15	42.14	0.36
		40	7	69.55	0.75	51.80	0.26
		40	8	69.55	0.75	51.80	0.26
		40	9	69.55	0.75	51.80	0.26
		40	10	69.57	1.29	12.83	0.29
			Ave	55.76	0.78	39.13	0.28
	T=30°·H=50m	50	1	87.47	1.38	39.22	0.87
		50	2	86.88	0.97	17.80	0.28
		50	3	86.86	0.87	36.83	0.26
		50	4	86.88	1.43	60.05	0.27
		50	5	86.96	0.88	35.53	0.36
		50	6	86.82	0.96	22.91	0.21
		50	7	86.91	1.10	71.92	0.31
		50	8	86.97	0.85	21.18	0.36
		50	9	86.80	1.17	8.11	0.20
		50	10	86.92	0.75	74.42	0.32
			Ave	86.95	1.04	38.80	0.34

	Height (m)	N	Position Xend(m)	Max. Jumping qt. Hmax(m)	Max. Jumping qt. X Co.	Rolling qt. d(m)
T=40°·H=10m	10	1	12.36	0.75	5.37	0.44
	10	2	12.22	0.75	9.77	0.31
	10	3	12.20	0.75	11.96	0.28
	10	4	12.29	0.75	11.27	0.38
	10	5	12.25	0.75	11.28	0.34
	10	6	12.22	0.75	7.78	0.30
	10	7	12.21	0.75	4.30	0.29
	10	8	12.21	0.75	11.15	0.29
	10	9	0.48	0.00		0.00
	10	10	12.20	0.75	11.81	0.29
		Ave	11.06	0.68	9.41	0.29
T=40°·H=20m	20	1	24.13	1.14	16.05	0.30
	20	2	24.12	0.94	9.28	0.28
	20	3	24.15	0.75	7.78	0.31
	20	4	24.11	0.84	16.55	0.27
	20	5	24.20	1.27	5.82	0.36
	20	6	24.10	0.75	24.10	0.27
	20	7	24.08	1.11	20.25	0.24
	20	8	0.48	0.00		0.00
	20	9	24.14	0.90	19.36	0.31
	20	10	24.22	0.80	17.63	0.38
		Ave	21.77	0.85	15.20	0.27
T=40°·H=30m	30	1	36.09	1.14	26.21	0.34
	30	2	36.08	1.02	15.65	0.33
	30	3	36.17	0.93	30.65	0.41
	30	4	36.08	0.75	35.45	0.33
	30	5	36.14	1.21	33.31	0.39
	30	6	36.42	1.13	13.29	0.67
	30	7	36.16	0.75	31.29	0.40
	30	8	0.48	0.00		0.00
	30	9	36.08	1.90	23.52	0.32
	30	10	36.82	1.31	10.13	1.07
		Ave	32.65	1.01	24.39	0.43
T=40°·H=40m	40	1	48.26	1.03	21.86	0.59
	40	2	0.48	0.00		0.00
	40	3	48.04	1.26	32.56	0.37
	40	4	48.09	1.65	40.55	0.42
	40	5	48.08	1.00	6.61	0.41
	40	6	48.10	1.00	8.25	0.43
	40	7	47.99	0.75	28.03	0.32
	40	8	48.06	0.75	12.74	0.39
	40	9	48.45	1.20	47.60	0.78
	40	10	48.21	1.06	30.49	0.54
		Ave	43.38	0.97	25.41	0.42
T=40°·H=50m	50	1	60.82	1.76	24.59	1.23
	50	2	59.98	1.65	14.37	0.39
	50	3	59.91	0.75	47.49	0.32
	50	4	59.98	0.75	2.93	0.39
	50	5	0.48	0.00		0.00
	50	6	59.90	0.76	5.63	0.31
	50	7	59.93	1.15	51.55	0.34
	50	8	59.89	0.75	47.86	0.31
	50	9	59.90	0.75	10.11	0.31
	50	10	59.94	0.96	39.12	0.35
		Ave	54.07	0.93	27.07	0.40

	Height (m)	N	Position Xend(m)	Max. Jumping qt. Hmax(m)	Max. Jumping qt. X Co.	Rolling qt. d(m)
T=50°·H=10m	10	1	9.73	1.63	8.75	1.34
	10	2	8.88	1.06	8.00	0.49
	10	3	8.83	0.90	4.89	0.44
	10	4	9.11	0.96	6.46	0.71
	10	5	10.16	1.87	9.58	1.77
	10	6	8.86	1.04	8.06	0.47
	10	7	10.99	2.31	9.99	2.60
	10	8	8.84	0.76	1.67	0.45
	10	9	9.03	1.24	4.32	0.64
	10	10	9.07	1.19	5.62	0.68
		Ave	9.35	1.30	6.73	0.96
T=50°·H=20m	20	1	20.75	3.34	19.10	3.97
	20	2	17.24	1.94	12.70	0.46
	20	3	17.20	1.05	8.01	0.41
	20	4	17.19	1.18	8.76	0.40
	20	5	17.21	1.55	12.39	0.43
	20	6	17.73	2.44	13.94	0.95
	20	7	17.16	1.31	8.29	0.38
	20	8	17.63	2.72	12.94	0.84
	20	9	17.25	1.64	7.57	0.47
	20	10	17.19	1.06	11.54	0.41
		Ave	17.65	1.82	11.52	0.87
T=50°·H=30m	30	1	27.53	2.20	26.59	2.36
	30	2	25.80	0.90	24.81	0.62
	30	3	25.57	1.35	12.65	0.40
	30	4	25.96	1.59	11.83	0.79
	30	5	25.57	0.97	7.35	0.40
	30	6	25.56	1.09	6.43	0.39
	30	7	25.92	1.13	19.80	0.75
	30	8	26.17	1.27	25.54	0.99
	30	9	25.99	1.47	4.61	0.82
	30	10	25.60	1.07	7.71	0.43
		Ave	25.97	1.30	14.73	0.70
T=50°·H=40m	40	1	36.24	2.98	33.60	2.67
	40	2	34.14	1.36	3.99	0.58
	40	3	34.35	3.62	23.52	0.78
	40	4	33.99	1.08	2.24	0.43
	40	5	34.35	1.84	30.40	0.79
	40	6	33.97	1.49	11.51	0.40
	40	7	34.47	2.44	21.84	0.90
	40	8	34.53	1.57	4.41	0.97
	40	9	34.33	1.68	24.06	0.76
	40	10	34.16	2.06	28.04	0.59
		Ave	34.45	2.01	18.36	0.89
T=50°·H=50m	50	1	42.99	2.72	24.72	1.03
	50	2	47.35	4.57	44.78	5.40
	50	3	43.48	2.38	22.53	1.52
	50	4	42.46	2.51	32.39	0.50
	50	5	42.49	2.21	9.28	0.53
	50	6	44.04	1.89	28.52	2.08
	50	7	42.46	1.05	32.41	0.50
	50	8	50.54	5.89	44.58	8.58
	50	9	42.67	1.74	6.18	0.72
	50	10	43.62	2.57	39.21	1.67
		Ave	44.21	2.75	28.46	2.25

Diameter (m)		Height (m)	N	Position Xend(m)	Max. Jumping qt. Hmax(m)	Max. Jumping qt. X Co.	Rolling qt. d(m)
f=2.0m	T=30°·H=10m	10	1	17.61	1.15	5.39	0.29
		10	2	17.69	1.20	14.52	0.37
		10	3	17.67	1.01	15.53	0.35
		10	4	17.67	1.00	16.42	0.35
		10	5	17.66	1.06	10.33	0.34
		10	6	17.72	1.08	2.38	0.40
		10	7	17.59	1.08	9.46	0.27
		10	8	17.58	1.07	2.38	0.26
		10	9	17.72	1.10	11.54	0.40
		10	10	17.59	1.00	16.76	0.27
			Ave	17.65	1.07	10.47	0.33
	T=30°·H=20m	20	1	34.90	1.00	30.21	0.26
		20	2	35.20	1.17	4.17	0.56
		20	3	34.90	1.23	27.04	0.26
		20	4	34.90	1.00	30.21	0.26
		20	5	35.21	1.17	11.29	0.57
		20	6	35.00	1.17	3.80	0.36
		20	7	34.89	1.00	14.06	0.24
		20	8	34.89	1.14	16.52	0.25
		20	9	34.91	1.28	30.03	0.26
		20	10	35.04	1.23	20.98	0.40
			Ave	34.98	1.14	18.83	0.34
	T=30°·H=30m	30	1	52.31	1.00	51.13	0.35
		30	2	52.28	1.11	7.60	0.32
		30	3	52.37	1.03	37.02	0.41
		30	4	52.29	1.01	51.53	0.33
		30	5	52.28	1.20	33.32	0.32
		30	6	52.34	1.05	41.80	0.38
		30	7	52.46	1.53	41.54	0.50
		30	8	52.39	1.12	7.35	0.43
		30	9	52.29	1.12	51.31	0.33
		30	10	52.35	1.14	26.45	0.39
			Ave	52.33	1.13	34.90	0.37
	T=30°·H=40m	40	1	69.69	1.11	6.44	0.41
		40	2	69.62	1.08	23.97	0.34
		40	3	69.74	1.50	12.95	0.46
		40	4	69.70	1.43	56.80	0.42
		40	5	69.62	1.27	20.79	0.34
		40	6	69.67	1.10	47.49	0.39
		40	7	69.64	1.27	36.96	0.35
		40	8	69.74	1.30	46.88	0.46
		40	9	69.63	1.10	9.05	0.35
		40	10	69.67	1.00	49.22	0.39
			Ave	69.67	1.22	31.05	0.39
	T=30°·H=50m	50	1	86.97	1.07	47.21	0.37
		50	2	86.96	1.13	9.05	0.36
		50	3	86.94	1.30	79.09	0.34
		50	4	86.97	1.13	42.91	0.37
		50	5	86.95	1.11	11.04	0.35
		50	6	86.91	1.09	7.27	0.30
		50	7	86.95	1.11	21.94	0.35
		50	8	87.03	1.16	13.29	0.42
		50	9	87.07	1.32	36.06	0.47
		50	10	87.28	1.48	75.55	0.67
			Ave	87.00	1.19	34.34	0.40

Height (m)	N	Position Xend(m)	Max. Jumping qt. Hmax(m)	Max. Jumping qt. X Co.	Rolling qt. d(m)
T=40°·H=10m	10	1	12.30	1.00	12.30	0.38
	10	2	12.29	1.18	11.64	0.37
	10	3	12.29	1.00	11.02	0.37
	10	4	12.34	1.06	5.70	0.43
	10	5	12.85	1.80	10.69	0.93
	10	6	12.32	1.10	10.28	0.41
	10	7	12.28	1.00	6.27	0.37
	10	8	12.28	1.00	10.81	0.37
	10	9	12.40	1.30	8.40	0.48
	10	10	12.29	1.20	9.59	0.37
		Ave	12.37	1.16	9.67	0.45
T=40°·H=20m	20	1	24.52	1.38	23.61	0.68
	20	2	24.37	1.25	21.52	0.54
	20	3	24.18	1.96	18.81	0.34
	20	4	24.27	1.30	17.04	0.44
	20	5	24.27	1.25	5.47	0.44
	20	6	24.18	1.39	13.51	0.34
	20	7	24.51	1.24	14.23	0.68
	20	8	24.18	1.12	16.44	0.34
	20	9	24.53	1.42	12.23	0.69
	20	10	24.18	1.17	2.74	0.34
		Ave	24.32	1.35	14.56	0.48
T=40°·H=30m	30	1	36.37	1.55	34.60	0.62
	30	2	36.32	1.00	28.11	0.57
	30	3	36.17	1.00	35.82	0.41
	30	4	36.27	1.38	13.07	0.52
	30	5	36.24	1.65	27.53	0.48
	30	6	36.26	1.15	14.26	0.50
	30	7	36.53	1.29	17.22	0.77
	30	8	36.21	1.37	20.35	0.46
	30	9	36.75	1.59	34.79	1.00
	30	10	36.19	1.30	15.11	0.44
		Ave	36.33	1.33	24.09	0.58
T=40°·H=40m	40	1	48.16	1.19	9.62	0.49
	40	2	48.65	1.42	31.11	0.98
	40	3	48.11	1.83	45.36	0.44
	40	4	48.13	1.33	6.98	0.46
	40	5	48.37	2.02	35.52	0.70
	40	6	48.16	1.74	31.76	0.49
	40	7	48.16	1.92	23.61	0.49
	40	8	48.21	1.99	18.28	0.53
	40	9	48.71	1.72	44.13	1.04
	40	10	48.16	1.18	10.20	0.49
		Ave	48.28	1.63	25.66	0.61
T=40°·H=50m	50	1	60.15	1.79	34.30	0.56
	50	2	60.07	1.77	8.80	0.48
	50	3	60.42	3.49	29.33	0.83
	50	4	60.07	1.23	18.88	0.48
	50	5	61.12	1.86	39.63	1.53
	50	6	59.97	1.00	16.17	0.38
	50	7	60.01	1.00	20.38	0.43
	50	8	59.97	1.20	18.13	0.38
	50	9	60.07	1.74	32.83	0.48
	50	10	60.26	1.94	54.90	0.67
		Ave	60.21	1.70	27.33	0.62

Height (m)	N	Position Xend(m)	Max. Jumping qt. Hmax(m)	Max. Jumping qt. X Co.	Rolling qt. d(m)
T=50°·H=10m	10	1	9.37	1.38	8.70	0.98
	10	2	8.95	1.09	4.60	0.56
	10	3	8.90	1.18	7.39	0.50
	10	4	9.31	1.33	8.52	0.92
	10	5	8.98	1.25	4.74	0.59
	10	6	10.30	2.02	9.83	1.91
	10	7	9.32	1.76	7.29	0.93
	10	8	9.39	1.97	6.37	1.00
	10	9	8.95	1.56	7.06	0.56
	10	10	9.16	1.19	8.91	0.77
		Ave	9.26	1.47	7.34	0.87
T=50°·H=20m	20	1	17.36	1.02	10.59	0.58
	20	2	18.16	3.06	9.90	1.37
	20	3	17.53	2.08	9.21	0.75
	20	4	17.42	1.27	16.36	0.64
	20	5	17.30	2.16	9.39	0.51
	20	6	17.56	1.59	7.46	0.78
	20	7	19.96	2.68	17.82	3.18
	20	8	17.39	1.74	15.24	0.61
	20	9	17.98	1.61	9.54	1.19
	20	10	17.30	1.43	15.81	0.52
		Ave	17.80	1.87	12.13	1.01
T=50°·H=30m	30	1	28.12	3.22	25.60	2.95
	30	2	25.75	1.89	5.33	0.57
	30	3	26.21	1.95	9.63	1.04
	30	4	25.83	2.33	17.88	0.66
	30	5	25.69	1.69	9.44	0.52
	30	6	25.68	1.35	11.13	0.51
	30	7	26.56	2.21	10.07	1.39
	30	8	25.69	1.43	9.43	0.52
	30	9	25.68	1.40	15.96	0.51
	30	10	27.56	2.48	12.85	2.39
		Ave	26.28	1.99	12.73	1.10
T=50°·H=40m	40	1	35.64	2.04	19.00	2.08
	40	2	34.54	1.39	32.78	0.98
	40	3	34.53	2.94	23.57	0.96
	40	4	37.54	3.24	35.22	3.98
	40	5	34.21	2.03	22.91	0.65
	40	6	34.17	2.46	21.76	0.61
	40	7	34.93	1.68	34.57	1.37
	40	8	34.10	2.07	26.33	0.53
	40	9	36.02	3.04	32.01	2.46
	40	10	34.22	3.06	17.98	0.66
		Ave	34.99	2.40	26.61	1.43
T=50°·H=50m	50	1	42.89	2.15	14.21	0.94
	50	2	44.25	2.95	40.51	2.30
	50	3	42.84	1.68	22.12	0.89
	50	4	44.21	2.40	43.29	2.25
	50	5	42.85	1.44	16.64	0.89
	50	6	45.70	6.17	35.95	3.74
	50	7	42.64	1.34	13.19	0.68
	50	8	43.80	3.03	15.50	1.85
	50	9	43.38	3.26	28.82	1.43
	50	10	42.52	1.25	6.43	0.56
		Ave	43.51	2.57	23.66	1.55

	Height (m)	N	Position Xend(m)	Max. Jumping qt. Hmax(m)	X Co.	Rolling qt. d(m)
T=60°·H=10m	10	1	6.81	1.42	4.93	1.03
	10	2	6.35	1.09	4.85	0.57
	10	3	6.80	1.10	5.76	1.03
	10	4	5.95	0.37	3.26	0.18
	10	5	6.59	1.11	4.93	0.81
	10	6	5.98	0.41	2.26	0.21
	10	7	6.42	0.73	5.99	0.65
	10	8	7.82	2.14	6.29	2.05
	10	9	8.04	2.04	7.53	2.27
	10	10	6.30	0.83	5.14	0.52
		Ave	6.71	1.12	5.10	0.93
T=60°·H=20m	20	1	11.66	0.27	1.26	0.11
	20	2	12.18	1.08	10.81	0.64
	20	3	14.47	3.21	11.58	2.93
	20	4	11.65	0.60	1.68	0.11
	20	5	11.66	0.86	3.94	0.11
	20	6	11.66	0.77	1.86	0.11
	20	7	11.87	0.98	2.84	0.32
	20	8	11.65	1.17	7.26	0.10
	20	9	12.27	0.78	12.17	0.72
	20	10	11.66	0.27	1.96	0.11
		Ave	12.07	1.00	5.54	0.53
T=60°·H=30m	30	1	26.17	4.34	20.25	8.85
	30	2	17.52	0.49	1.38	0.20
	30	3	17.74	0.82	9.66	0.42
	30	4	20.24	2.93	17.26	2.92
	30	5	20.53	3.34	17.37	3.21
	30	6	17.46	0.69	2.40	0.14
	30	7	18.61	2.02	15.69	1.29
	30	8	23.34	4.98	19.85	6.02
	30	9	17.47	0.45	1.36	0.15
	30	10	17.43	3.08	10.71	0.11
		Ave	19.65	2.31	11.59	2.33
T=60°·H=40m	40	1	26.52	2.69	24.90	3.42
	40	2	27.08	3.17	24.93	3.99
	40	3	23.29	0.51	4.16	0.19
	40	4	24.06	1.23	13.34	0.97
	40	5	23.33	0.42	1.43	0.24
	40	6	27.06	2.98	24.89	3.97
	40	7	23.49	1.63	7.58	0.40
	40	8	23.71	0.76	5.87	0.61
	40	9	25.28	3.67	19.80	2.18
	40	10	23.85	1.51	11.38	0.76
		Ave	24.77	1.86	13.83	1.67
T=60°·H=50m	50	1	36.47	12.69	30.46	7.60
	50	2	29.29	2.60	22.47	0.42
	50	3	29.07	1.04	6.03	0.20
	50	4	29.07	0.88	18.42	0.20
	50	5	29.47	3.00	17.27	0.60
	50	6	29.30	2.56	22.04	0.43
	50	7	29.08	0.51	1.63	0.21
	50	8	29.83	1.51	8.38	0.96
	50	9	29.06	1.22	13.32	0.19
	50	10	29.05	0.46	3.72	0.18
		Ave	29.97	2.63	14.38	1.10

	Height (m)	N	Position Xend(m)	Max. Jumping qt. Hmax(m)	X Co.	Rolling qt. d(m)
T=70°·H=10m	10	1	5.78	1.35	4.80	2.14
	10	2	4.39	1.06	3.14	0.75
	10	3	3.97	0.76	2.89	0.33
	10	4	4.97	1.44	4.21	1.33
	10	5	5.46	1.83	4.81	1.82
	10	6	7.04	3.78	5.19	3.40
	10	7	3.97	0.59	1.57	0.33
	10	8	5.30	1.62	4.82	1.66
	10	9	5.97	1.81	4.73	2.33
	10	10	4.50	1.08	3.42	0.86
		Ave	5.14	1.53	3.96	1.50
T=70°·H=20m	20	1	8.53	2.05	5.59	1.25
	20	2	7.49	0.36	0.93	0.21
	20	3	8.55	1.79	5.88	1.27
	20	4	8.52	2.12	5.42	1.24
	20	5	9.65	2.47	7.91	2.38
	20	6	7.88	0.84	6.49	0.60
	20	7	7.91	1.16	2.52	0.63
	20	8	7.67	1.37	4.45	0.39
	20	9	11.44	3.34	9.84	4.16
	20	10	11.42	3.73	9.80	4.14
		Ave	8.91	1.92	5.88	1.63
T=70°·H=30m	30	1	14.17	3.63	11.04	3.25
	30	2	11.61	1.69	3.83	0.69
	30	3	12.98	2.20	11.73	2.06
	30	4	13.41	2.29	13.01	2.49
	30	5	11.68	2.06	7.28	0.76
	30	6	11.72	1.77	4.28	0.81
	30	7	13.16	3.51	8.57	2.25
	30	8	16.88	5.89	14.69	5.96
	30	9	12.41	1.46	12.16	1.49
	30	10	11.95	1.12	5.26	1.03
		Ave	13.00	2.56	9.18	2.08
T=70°·H=40m	40	1	17.43	2.73	17.12	2.87
	40	2	16.47	3.05	12.23	1.91
	40	3	17.71	3.31	15.57	3.15
	40	4	17.04	4.22	10.87	2.48
	40	5	15.05	2.89	7.34	0.50
	40	6	14.93	0.84	5.59	0.37
	40	7	15.49	2.13	6.01	0.93
	40	8	19.44	4.60	18.82	4.88
	40	9	19.97	4.14	18.44	5.41
	40	10	15.42	1.22	13.97	0.86
		Ave	16.90	2.91	12.60	2.34
T=70°·H=50m	50	1	18.39	0.88	2.02	0.19
	50	2	18.42	0.68	4.07	0.22
	50	3	25.82	5.41	23.10	7.62
	50	4	18.70	3.16	7.68	0.50
	50	5	26.00	8.72	20.07	7.80
	50	6	19.13	0.94	18.99	0.93
	50	7	18.36	1.24	6.02	0.16
	50	8	20.51	2.65	17.73	2.31
	50	9	21.26	5.10	20.14	3.06
	50	10	20.54	3.19	15.45	2.34
		Ave	20.71	3.20	13.53	2.51

	Height (m)	N	Position Xend(m)	Max. Jumping qt. Hmax(m)	X Co.	Rolling qt. d(m)
T=80°·H=10m	10	1	5.95	3.49	4.87	4.19
	10	2	3.62	1.80	3.48	1.86
	10	3	2.43	0.66	2.43	0.67
	10	4	2.03	0.51	1.17	0.26
	10	5	3.86	2.06	3.78	2.10
	10	6	4.72	2.82	4.48	2.96
	10	7	5.75	3.29	4.86	3.99
	10	8	3.95	2.15	3.83	2.19
	10	9	3.06	1.28	3.06	1.29
	10	10	5.28	3.27	4.81	3.52
		Ave	4.07	2.13	3.68	2.30
T=80°·H=20m	20	1	4.07	1.05	2.55	0.54
	20	2	7.85	9.02	5.14	4.32
	20	3	4.42	1.07	3.45	0.89
	20	4	8.18	9.41	5.04	4.65
	20	5	5.04	1.56	4.95	1.52
	20	6	4.00	0.91	2.57	0.48
	20	7	7.99	8.31	5.22	4.46
	20	8	3.88	0.99	2.26	0.35
	20	9	7.24	7.15	5.21	3.72
	20	10	8.38	9.11	5.12	4.85
		Ave	6.10	4.86	4.15	2.58
T=80°·H=30m	30	1	10.24	4.84	9.92	4.95
	30	2	9.72	4.40	9.40	4.43
	30	3	9.84	4.51	9.69	4.55
	30	4	13.18	11.24	10.03	7.89
	30	5	6.37	1.84	3.86	1.08
	30	6	10.25	4.86	9.91	4.96
	30	7	8.57	3.26	8.48	3.28
	30	8	12.14	7.75	10.04	6.85
	30	9	8.04	2.92	6.53	2.75
	30	10	9.19	3.87	8.96	3.90
		Ave	9.75	4.95	8.68	4.46
T=80°·H=40m	40	1	17.33	24.61	10.12	10.28
	40	2	15.73	22.51	10.11	8.68
	40	3	7.33	0.27	1.36	0.27
	40	4	7.60	1.96	4.08	0.54
	40	5	8.80	2.69	5.54	1.75
	40	6	9.44	3.09	6.44	2.39
	40	7	12.78	12.39	10.16	5.73
	40	8	8.24	2.08	4.99	1.19
	40	9	19.19	14.69	10.40	12.14
	40	10	17.11	22.67	10.17	10.05
		Ave	12.36	10.70	7.34	5.30
T=80°·H=50m	50	1	9.01	0.33	0.94	0.19
	50	2	17.94	30.57	10.25	9.12
	50	3	12.80	16.67	10.01	3.98
	50	4	13.51	4.74	12.17	4.69
	50	5	15.61	28.02	10.17	6.79
	50	6	20.74	21.53	15.15	11.93
	50	7	14.39	23.18	10.08	5.58
	50	8	12.17	13.98	10.18	3.36
	50	9	13.97	5.22	12.45	5.15
	50	10	12.78	15.55	10.17	3.96
		Ave	14.29	15.98	10.16	5.48

	Height (m)	N	Position Xend(m)	Max. Jumping qt. Hmax(m)	Max. Jumping qt. X Co.	Rolling qt. d(m)
T=60°·H=10m	10	1	7.70	2.77	6.70	1.92
	10	2	6.26	0.91	2.17	0.49
	10	3	6.13	0.80	4.24	0.36
	10	4	6.12	0.55	2.93	0.34
	10	5	7.53	2.29	6.63	1.76
	10	6	6.79	1.13	6.17	1.01
	10	7	9.70	3.52	6.90	3.93
	10	8	6.36	1.61	3.86	0.59
	10	9	6.27	1.06	2.68	0.50
	10	10	6.31	0.79	4.78	0.53
		Ave	6.92	1.54	4.71	1.14
T=60°·H=20m	20	1	12.05	1.04	4.63	0.51
	20	2	12.09	1.38	9.66	0.55
	20	3	13.88	2.43	12.37	2.33
	20	4	14.24	2.50	12.36	2.70
	20	5	13.61	3.26	9.25	2.06
	20	6	14.44	2.79	13.84	2.89
	20	7	11.90	0.89	5.40	0.35
	20	8	12.19	1.01	6.50	0.65
	20	9	12.03	1.10	4.52	0.48
	20	10	11.84	1.00	8.88	0.29
		Ave	12.83	1.74	8.74	1.28
T=60°·H=30m	30	1	17.61	2.14	8.48	0.29
	30	2	17.59	1.18	3.73	0.27
	30	3	21.12	4.33	16.67	3.80
	30	4	17.73	2.05	5.47	0.41
	30	5	21.03	3.91	18.30	3.71
	30	6	17.70	0.91	9.33	0.38
	30	7	19.20	2.01	7.16	1.88
	30	8	18.61	2.96	13.32	1.29
	30	9	19.54	2.30	8.27	2.22
	30	10	17.61	1.08	12.26	0.29
		Ave	18.77	2.29	10.30	1.45
T=60°·H=40m	40	1	24.83	2.92	20.84	1.74
	40	2	23.72	2.00	5.71	0.63
	40	3	23.42	2.60	18.38	0.33
	40	4	26.97	3.80	25.28	3.88
	40	5	25.95	2.51	24.80	2.85
	40	6	25.09	3.06	20.87	2.00
	40	7	26.06	4.78	18.62	2.96
	40	8	25.12	2.67	21.99	2.02
	40	9	23.74	2.17	7.01	0.65
	40	10	23.42	0.91	5.10	0.32
		Ave	24.83	2.74	16.86	1.74
T=60°·H=50m	50	1	29.19	1.49	6.31	0.33
	50	2	33.04	4.97	26.66	4.18
	50	3	29.21	0.97	3.88	0.34
	50	4	32.35	3.69	29.60	3.48
	50	5	33.32	4.68	30.10	4.45
	50	6	29.42	1.10	2.37	0.56
	50	7	32.47	3.43	30.73	3.60
	50	8	29.27	1.73	18.74	0.40
	50	9	31.68	4.59	23.67	2.82
	50	10	29.50	1.10	4.83	0.63
		Ave	30.95	2.78	17.69	2.08

	Height (m)	N	Position Xend(m)	Max. Jumping qt. Hmax(m)	Max. Jumping qt. X Co.	Rolling qt. d(m)
T=70°·H=10m	10	1	6.34	2.41	5.04	2.70
	10	2	7.25	2.94	5.28	3.61
	10	3	4.17	0.67	3.35	0.53
	10	4	3.98	0.64	1.66	0.34
	10	5	4.26	1.37	2.61	0.62
	10	6	5.69	2.37	5.06	2.05
	10	7	4.12	0.81	3.43	0.48
	10	8	6.24	2.36	5.01	2.60
	10	9	5.13	1.48	4.95	1.49
	10	10	4.21	0.98	2.56	0.57
		Ave	5.14	1.60	3.90	1.50
T=70°·H=20m	20	1	7.68	0.73	1.65	0.40
	20	2	8.58	2.09	5.62	1.30
	20	3	9.75	2.69	7.92	2.47
	20	4	9.13	2.46	6.52	1.85
	20	5	8.98	1.98	7.16	1.70
	20	6	7.95	1.13	6.72	0.67
	20	7	8.82	2.14	6.24	1.54
	20	8	9.89	2.88	8.12	2.61
	20	9	9.95	2.85	8.28	2.68
	20	10	7.68	0.95	1.92	0.40
		Ave	8.84	1.99	6.02	1.56
T=70°·H=30m	30	1	11.80	1.51	10.34	0.88
	30	2	13.10	2.19	12.83	2.18
	30	3	11.32	0.50	1.40	0.40
	30	4	11.25	1.35	2.61	0.34
	30	5	15.61	4.39	14.64	4.69
	30	6	15.52	5.10	11.86	4.60
	30	7	11.68	2.32	6.20	0.76
	30	8	12.80	3.45	8.17	1.88
	30	9	12.16	2.66	7.68	1.24
	30	10	11.41	1.36	8.18	0.49
		Ave	12.67	2.48	8.39	1.75
T=70°·H=40m	40	1	21.14	5.57	19.68	6.58
	40	2	15.86	1.79	5.38	1.30
	40	3	15.08	1.46	11.12	0.52
	40	4	16.38	2.58	6.37	1.82
	40	5	17.27	4.27	11.29	2.71
	40	6	15.03	0.53	2.80	0.47
	40	7	14.96	1.55	3.11	0.40
	40	8	19.91	6.10	14.92	5.35
	40	9	15.08	2.26	4.96	0.53
	40	10	15.30	2.15	11.25	0.74
		Ave	16.60	2.83	9.09	2.04
T=70°·H=50m	50	1	19.59	1.48	19.40	1.39
	50	2	19.00	3.10	7.03	0.80
	50	3	18.80	1.99	4.30	0.60
	50	4	23.86	8.72	20.06	5.66
	50	5	22.20	5.21	20.02	4.00
	50	6	18.80	2.76	5.96	0.60
	50	7	22.04	7.61	20.05	3.84
	50	8	18.81	2.62	6.41	0.61
	50	9	22.49	7.11	20.10	4.29
	50	10	18.58	2.66	8.71	0.38
		Ave	20.42	4.33	13.20	2.22

	Height (m)	N	Position Xend(m)	Max. Jumping qt. Hmax(m)	Max. Jumping qt. X Co.	Rolling qt. d(m)
T=80°·H=10m	10	1	3.43	1.70	3.43	1.67
	10	2	5.45	3.40	4.92	3.69
	10	3	2.72	0.99	2.60	0.95
	10	4	4.54	2.78	4.54	2.77
	10	5	4.67	2.85	4.53	2.91
	10	6	2.57	0.97	1.92	0.80
	10	7	4.60	2.80	4.47	2.83
	10	8	2.92	1.23	2.42	1.15
	10	9	3.74	2.00	3.74	1.97
	10	10	4.40	2.65	4.40	2.64
		Ave	3.90	2.14	3.70	2.14
T=80°·H=20m	20	1	7.72	10.82	5.17	4.19
	20	2	6.15	6.84	5.01	2.62
	20	3	3.95	0.56	0.92	0.42
	20	4	4.71	1.38	3.74	1.19
	20	5	9.09	10.93	5.03	5.57
	20	6	6.12	6.32	5.05	2.60
	20	7	5.38	2.91	5.00	1.86
	20	8	4.03	0.79	2.66	0.50
	20	9	7.43	10.58	5.10	3.91
	20	10	5.32	1.89	4.97	1.80
		Ave	5.99	5.30	4.27	2.46
T=80°·H=30m	30	1	6.40	1.49	4.62	1.11
	30	2	5.70	1.08	2.65	0.41
	30	3	7.72	2.69	6.00	2.43
	30	4	7.48	2.23	7.48	2.19
	30	5	5.86	1.31	3.05	0.57
	30	6	14.53	13.39	10.06	9.24
	30	7	10.47	5.15	9.99	5.18
	30	8	9.20	3.94	8.55	3.91
	30	9	7.10	2.29	4.98	1.81
	30	10	7.25	2.56	4.94	1.96
		Ave	8.17	3.61	6.23	2.88
T=80°·H=40m	40	1	15.42	16.60	10.16	8.36
	40	2	9.19	2.88	6.24	2.14
	40	3	8.34	2.55	4.94	1.29
	40	4	13.81	10.23	10.21	6.76
	40	5	10.80	4.88	10.15	3.75
	40	6	9.15	3.04	5.98	2.10
	40	7	11.57	6.91	10.03	4.51
	40	8	9.52	2.80	7.22	2.47
	40	9	14.92	20.53	10.11	7.86
	40	10	10.82	5.36	10.14	3.77
		Ave	11.35	7.58	8.52	4.30
T=80°·H=50m	50	1	12.44	16.74	10.17	3.62
	50	2	11.04	8.22	10.09	2.22
	50	3	19.67	35.29	10.05	10.86
	50	4	10.78	6.53	10.06	1.96
	50	5	10.98	3.34	10.08	2.16
	50	6	9.68	1.25	3.86	0.86
	50	7	17.89	32.31	10.03	9.07
	50	8	16.41	27.53	10.11	7.59
	50	9	14.76	25.24	10.17	5.94
	50	10	9.31	1.05	2.06	0.50
		Ave	13.29	15.75	8.67	4.48

	Height (m)	N	Position Xend(m)	Max. Jumping qt. Hmax(m)	Max. Jumping qt. X Co.	Rolling qt. d(m)
T=60°·H=10m	10	1	8.74	2.78	7.97	2.97
	10	2	6.36	1.16	4.16	0.59
	10	3	8.50	2.75	7.86	2.73
	10	4	8.57	2.49	7.77	2.80
	10	5	6.73	1.23	6.03	0.95
	10	6	7.24	1.62	7.09	1.47
	10	7	8.03	2.23	7.57	2.26
	10	8	8.93	3.04	8.20	3.15
	10	9	6.71	1.22	3.77	0.94
	10	10	6.67	1.13	6.67	0.90
		Ave	7.65	1.97	6.71	1.88
T=60°·H=20m	20	1	16.05	4.33	14.90	4.50
	20	2	13.94	2.42	13.37	2.39
	20	3	13.36	2.38	10.84	1.82
	20	4	13.69	2.61	11.56	2.14
	20	5	12.03	1.46	9.40	0.49
	20	6	12.41	2.19	7.54	0.86
	20	7	11.95	1.16	5.71	0.40
	20	8	11.97	1.57	6.37	0.42
	20	9	14.59	3.27	12.55	3.04
	20	10	11.94	1.67	9.24	0.39
		Ave	13.19	2.31	10.18	1.65
T=60°·H=30m	30	1	18.34	3.56	10.77	1.02
	30	2	18.96	2.11	16.84	1.64
	30	3	17.73	0.85	2.01	0.41
	30	4	17.96	1.27	10.51	0.64
	30	5	17.78	1.52	10.42	0.46
	30	6	19.01	2.07	17.63	1.69
	30	7	19.12	1.95	18.80	1.80
	30	8	19.37	2.23	18.74	2.05
	30	9	17.83	3.35	11.53	0.51
	30	10	18.58	1.78	4.07	1.26
		Ave	18.47	2.07	12.13	1.15
T=60°·H=40m	40	1	24.42	3.78	11.16	1.32
	40	2	27.10	4.45	22.80	4.00
	40	3	23.54	1.93	11.76	0.45
	40	4	23.54	1.28	7.09	0.45
	40	5	24.00	3.23	8.82	0.90
	40	6	25.94	2.63	25.21	2.84
	40	7	24.30	1.62	11.61	1.21
	40	8	26.30	3.19	25.50	3.20
	40	9	23.77	3.10	15.51	0.67
	40	10	23.57	1.95	18.52	0.48
		Ave	24.65	2.72	15.80	1.55
T=60°·H=50m	50	1	29.81	3.13	20.83	0.94
	50	2	31.71	2.98	30.30	2.84
	50	3	29.62	5.05	17.35	0.75
	50	4	31.80	5.21	23.33	2.93
	50	5	29.56	1.31	25.81	0.69
	50	6	29.40	1.38	3.37	0.53
	50	7	31.30	2.85	30.11	2.44
	50	8	33.90	4.48	30.40	5.03
	50	9	34.88	11.00	30.07	6.01
	50	10	31.34	2.46	30.11	2.47
		Ave	31.33	3.98	24.17	2.46

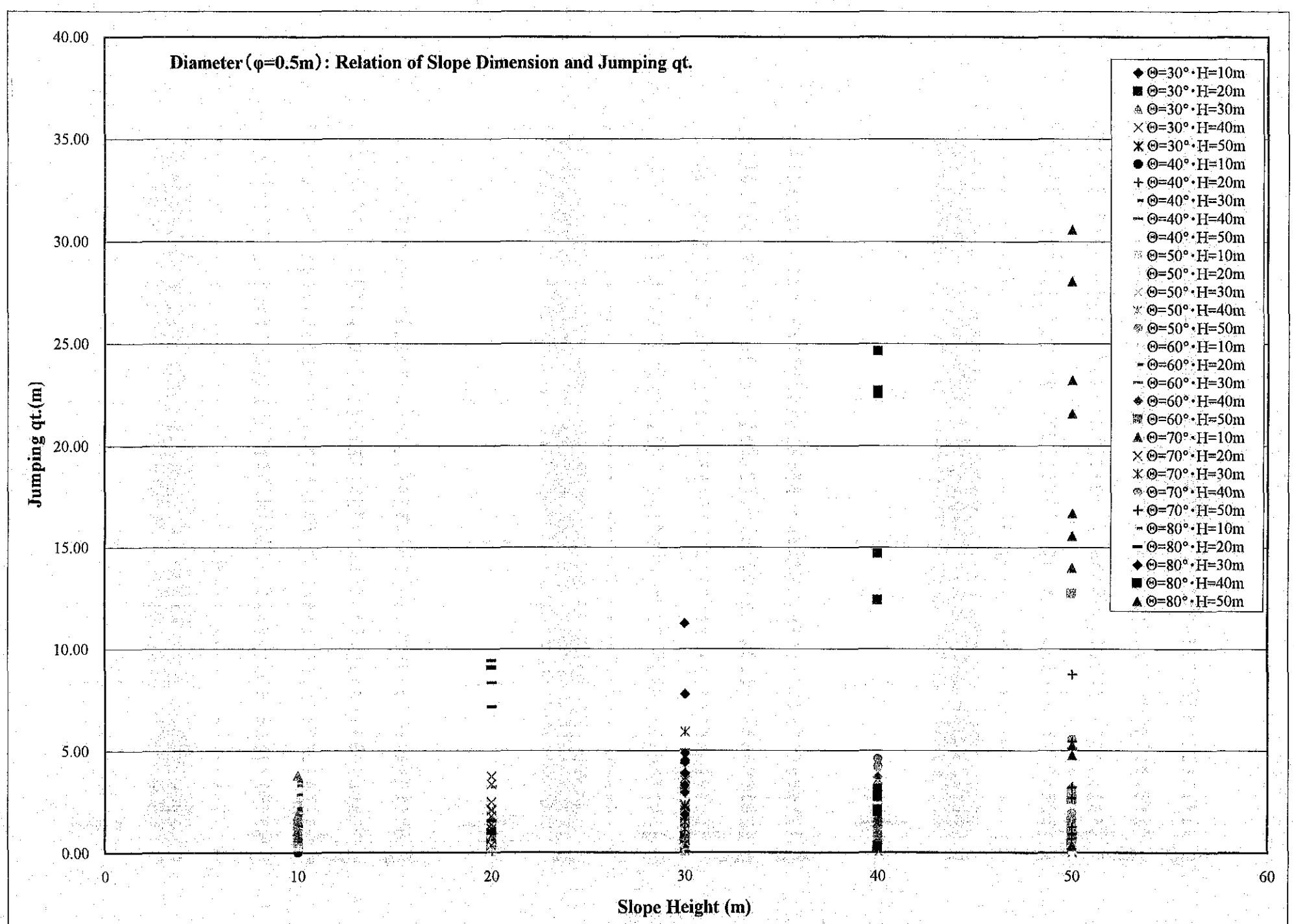
	Height (m)	N	Position Xend(m)	Max. Jumping qt. Hmax(m)	Max. Jumping qt. X Co.	Rolling qt. d(m)
T=70°·H=10m	10	1	8.36	4.44	7.75	4.72
	10	2	8.62	4.21	7.52	4.98
	10	3	5.61	2.14	5.61	1.97
	10	4	6.01	2.46	5.84	2.37
	10	5	4.14	0.89	2.47	0.50
	10	6	6.58	2.99	6.37	2.94
	10	7	5.71	2.25	5.43	2.07
	10	8	5.65	2.24	4.91	2.01
	10	9	4.45	1.45	3.01	0.81
	10	10	7.73	4.00	7.26	4.09
		Ave	6.28	2.71	5.62	2.64
T=70°·H=20m	20	1	10.47	3.40	8.75	3.19
	20	2	8.11	1.83	5.20	0.83
	20	3	8.01	2.12	4.50	0.73
	20	4	12.05	5.08	10.27	4.77
	20	5	8.64	1.98	6.19	1.36
	20	6	8.80	1.67	8.80	1.52
	20	7	12.40	6.14	10.08	5.12
	20	8	10.49	2.98	9.98	3.21
	20	9	9.65	2.65	7.84	2.37
	20	10	9.95	2.83	8.63	2.67
		Ave	9.86	3.07	8.02	2.58
T=70°·H=30m	30	1	13.64	3.13	11.60	2.72
	30	2	11.54	1.54	2.83	0.62
	30	3	14.99	4.48	12.03	4.07
	30	4	13.33	2.42	13.10	2.41
	30	5	17.80	6.09	14.98	6.88
	30	6	12.57	1.98	5.35	1.66
	30	7	18.71	7.70	15.36	7.80
	30	8	11.55	2.87	6.65	0.63
	30	9	17.69	6.31	15.21	6.77
	30	10	11.44	1.75	7.79	0.52
		Ave	14.33	3.83	10.49	3.41
T=70°·H=40m	40	1	28.73	14.56	20.12	14.17
	40	2	17.25	3.71	13.18	2.69
	40	3	16.38	2.25	7.82	1.82
	40	4	15.98	1.57	15.69	1.42
	40	5	17.43	2.91	17.09	2.88
	40	6	16.59	3.76	10.69	2.03
	40	7	15.61	2.45	6.88	1.05
	40	8	21.99	6.77	19.91	7.43
	40	9	19.90	6.18	14.78	5.34
	40	10	19.54	6.16	13.94	4.98
		Ave	18.94	5.03	14.01	4.38
T=70°·H=50m	50	1	25.16	10.82	20.09	6.97
	50	2	19.14	3.31	10.94	0.94
	50	3	18.87	3.07	13.36	0.67
	50	4	30.33	14.65	20.31	12.13
	50	5	18.76	1.89	7.77	0.56
	50	6	19.17	4.84	10.68	0.97
	50	7	22.28	9.09	20.28	4.08
	50	8	20.54	2.98	7.13	2.35
	50	9	21.30	2.51	20.01	3.10
	50	10	18.82	2.04	4.29	0.62
		Ave	21.44	5.52	13.49	3.24

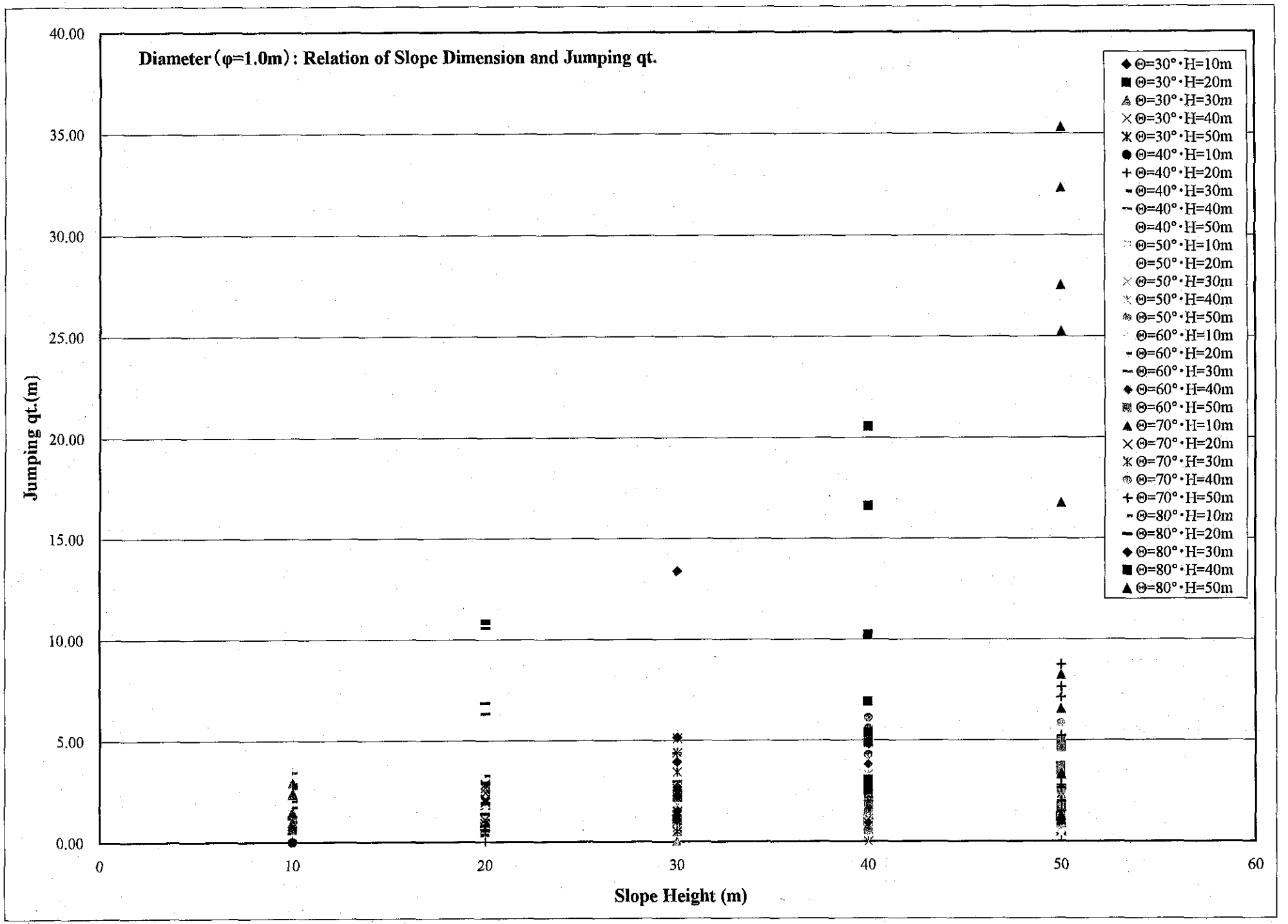
	Height (m)	N	Position Xend(m)	Max. Jumping qt. Hmax(m)	Max. Jumping qt. X Co.	Rolling qt. d(m)
T=80°·H=10m	10	1	4.23	2.52	4.23	2.46
	10	2	5.89	3.29	4.71	4.13
	10	3	5.98	3.62	4.95	4.22
	10	4	2.46	0.76	1.79	0.70
	10	5	3.64	1.94	3.64	1.87
	10	6	4.73	3.01	4.73	2.96
	10	7	3.60	1.91	3.56	1.84
	10	8	2.86	1.19	2.55	1.10
	10	9	4.59	2.88	4.59	2.83
	10	10	3.69	1.99	3.69	1.93
		Ave	4.27	2.31	3.84	2.40
T=80°·H=20m	20	1	8.89	5.07	5.12	5.36
	20	2	11.19	13.42	5.03	7.66
	20	3	5.25	2.09	3.90	1.72
	20	4	6.60	7.23	5.00	3.07
	20	5	8.01	9.32	5.18	4.48
	20	6	10.47	11.59	5.30	6.95
	20	7	8.03	12.06	5.01	4.50
	20	8	8.13	9.47	5.11	4.60
	20	9	11.78	12.68	5.22	8.25
	20	10	10.47	11.59	5.30	6.95
		Ave	8.88	9.45	5.02	5.35
T=80°·H=30m	30	1	10.85	5.38	9.99	5.56
	30	2	6.13	1.75	3.29	0.84
	30	3	9.86	4.58	9.70	4.58
	30	4	10.32	5.05	9.81	5.03
	30	5	7.71	2.50	7.71	2.42
	30	6	5.95	1.82	3.35	0.66
	30	7	10.16	4.92	9.84	4.87
	30	8	7.32	2.70	4.99	2.03
	30	9	11.46	6.07	10.01	6.17
	30	10	13.30	11.88	10.19	8.01
		Ave	9.31	4.67	7.89	4.02
T=80°·H=40m	40	1	18.59	25.46	10.28	11.54
	40	2	7.83	1.33	2.43	0.77
	40	3	8.04	1.70	3.54	0.99
	40	4	7.78	1.27	3.52	0.73
	40	5	15.50	22.69	10.19	8.45
	40	6	10.99	6.40	10.09	3.94
	40	7	12.67	12.86	10.17	5.61
	40	8	9.87	3.27	7.42	2.81
	40	9	7.82	1.66	3.51	0.77
	40	10	11.93	11.09	10.06	4.88
		Ave	11.10	8.77	7.12	4.05
T=80°·H=50m	50	1	16.30	29.84	10.17	7.48
	50	2	17.11	29.74	10.00	8.29
	50	3	15.55	8.31	10.14	6.73
	50	4	21.28	32.42	10.18	12.46
	50	5	9.48	1.62	2.96	0.67
	50	6	9.46	1.74	5.26	0.64
	50	7	14.83	24.53	10.23	6.02
	50	8	13.79	12.91	10.12	4.98
	50	9	15.57	17.87	10.05	6.75
	50	10	12.20	14.97	10.13	3.39
		Ave	14.56	17.39	8.92	5.74

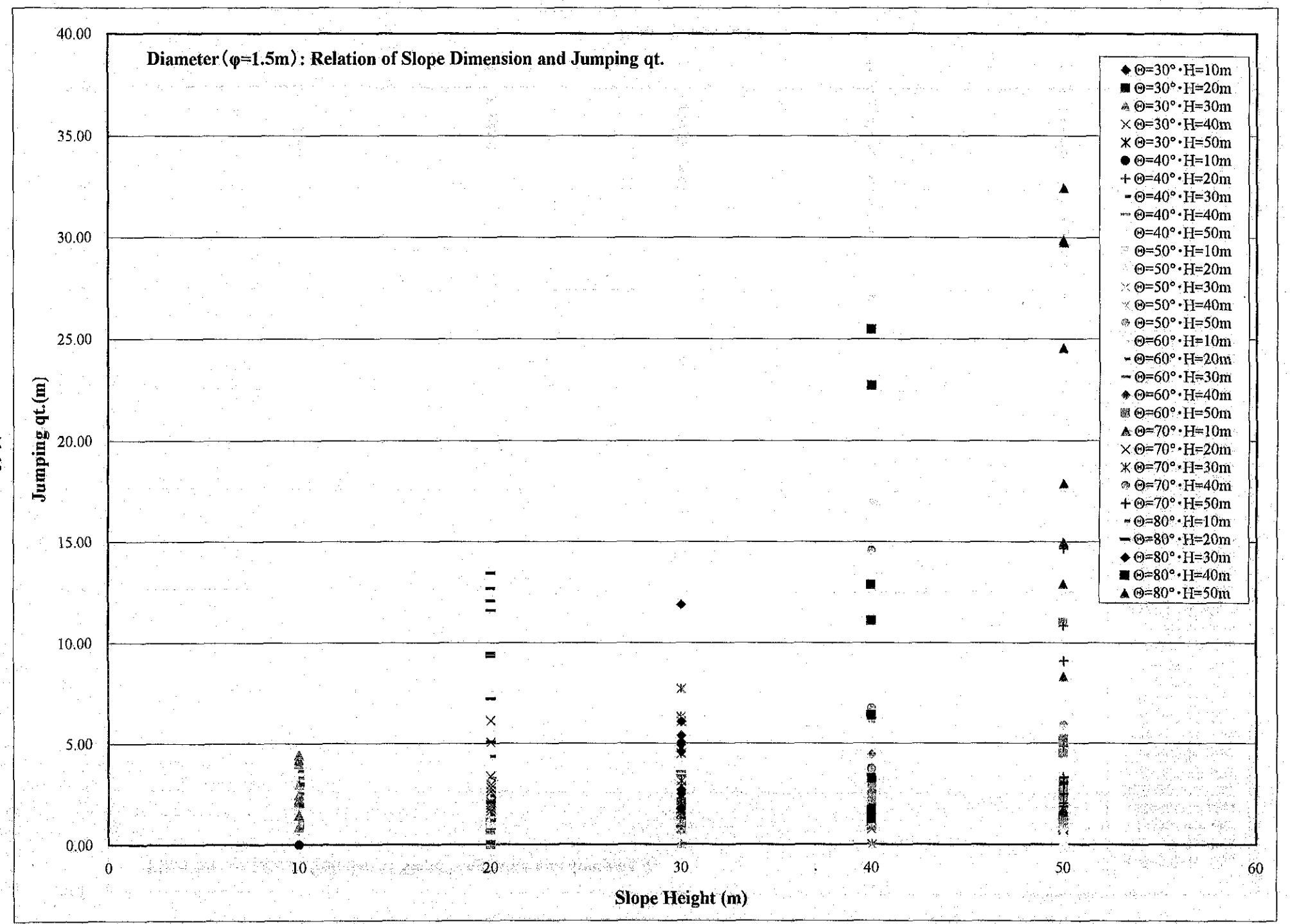
	Height (m)	N	Position Xend(m)	Max. Jumping qt. Hmax(m)	Max. Jumping qt. X Co.	Rolling qt. d(m)
T=60°·H=10m	10	1	6.98	1.53	6.78	1.20
	10	2	7.11	1.64	7.11	1.34
	10	3	6.65	1.56	2.80	0.88
	10	4	7.68	2.10	7.42	1.90
	10	5	6.39	1.00	4.12	0.62
	10	6	6.64	1.33	5.02	0.86
	10	7	9.56	3.54	8.66	3.79
	10	8	7.75	2.39	6.34	1.98
	10	9	7.42	2.31	5.63	1.64
	10	10	6.97	1.51	6.97	1.20
		Ave	7.31	1.89	6.09	1.54
T=60°·H=20m	20	1	12.22	1.17	5.04	0.68
	20	2	12.12	1.12	3.27	0.57
	20	3	14.08	3.69	12.97	2.53
	20	4	12.68	1.58	11.94	1.13
	20	5	13.65	2.35	13.53	2.10
	20	6	14.65	3.80	11.28	3.11
	20	7	12.10	1.79	6.96	0.56
	20	8	14.08	2.53	13.57	2.54
	20	9	13.38	2.49	11.33	1.84
	20	10	12.23	1.44	6.19	0.68
		Ave	13.12	2.20	9.61	1.57
T=60°·H=30m	30	1	24.42	7.76	19.15	7.10
	30	2	18.05	1.52	15.31	0.73
	30	3	18.73	3.18	13.96	1.41
	30	4	18.20	3.35	12.43	0.88
	30	5	20.13	4.73	18.65	2.81
	30	6	17.93	1.38	13.03	0.61
	30	7	18.24	2.94	13.86	0.92
	30	8	18.26	1.51	8.43	0.94
	30	9	18.99	2.74	16.00	1.67
	30	10	18.14	3.21	8.98	0.82
		Ave	19.11	3.23	13.98	1.79
T=60°·H=40m	40	1	23.68	2.48	6.14	0.59
	40	2	23.79	1.61	10.34	0.70
	40	3	27.19	5.94	25.04	4.10
	40	4	23.95	3.61	9.34	0.86
	40	5	23.73	2.20	4.72	0.64
	40	6	29.80	9.72	25.06	6.71
	40	7	24.93	4.48	18.17	1.84
	40	8	24.25	4.47	12.11	1.15
	40	9	28.26	3.44	16.08	5.16
	40	10	23.86	2.17	13.30	0.76
		Ave	25.34	4.01	14.03	2.25
T=60°·H=50m	50	1	33.75	5.35	26.62	4.88
	50	2	29.81	3.01	23.26	0.94
	50	3	32.05	5.39	21.77	3.19
	50	4	29.52	1.62	5.78	0.65
	50	5	33.57	4.54	28.05	4.71
	50	6	29.48	1.18	3.49	0.61
	50	7	37.84	6.61	34.72	8.98
	50	8	34.02	4.14	33.12	5.15
	50	9	31.29	2.67	22.19	2.43
	50	10	31.67	2.34	30.35	2.80
		Ave	32.30	3.68	22.94	3.43

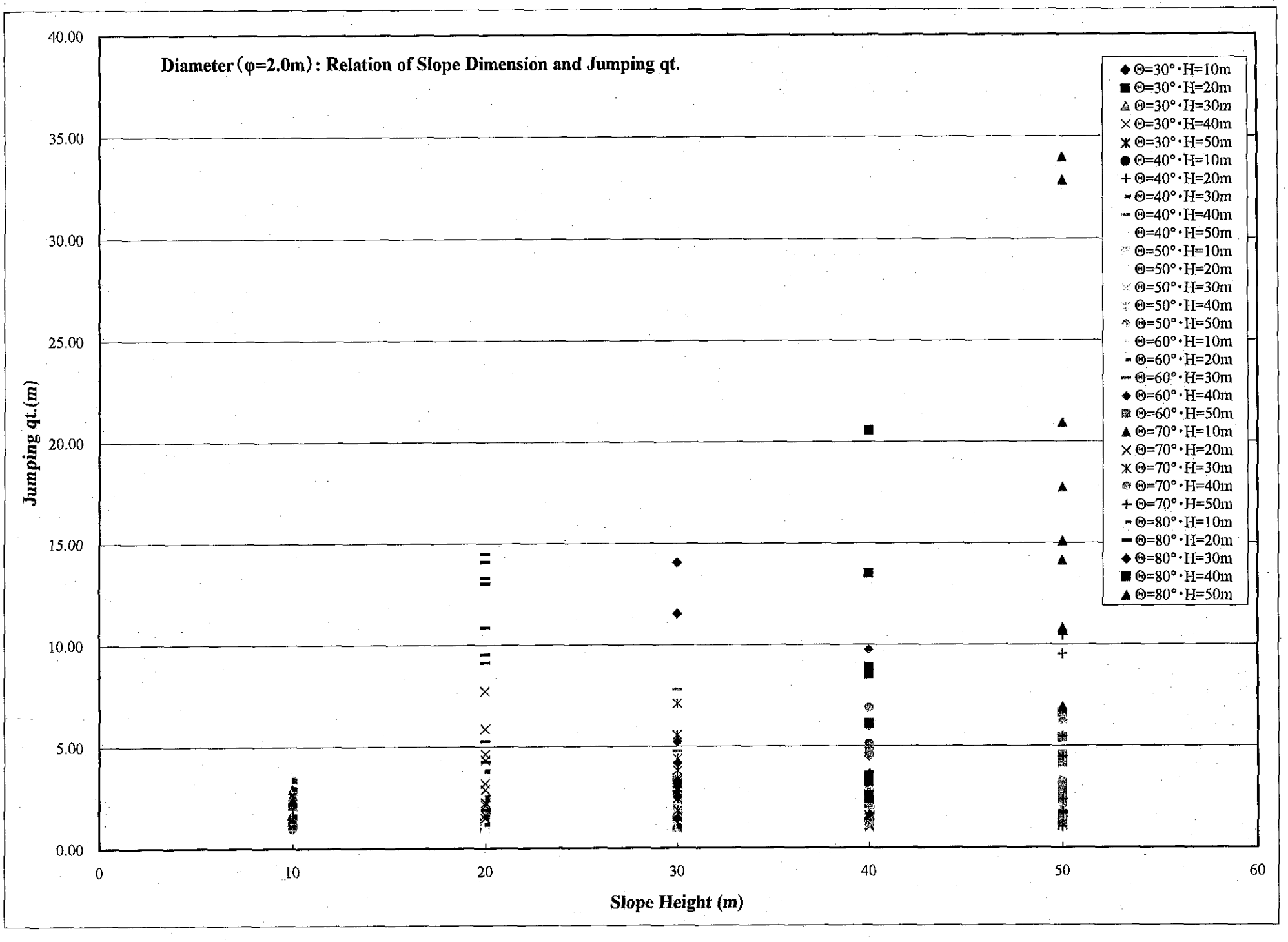
	Height (m)	N	Position Xend(m)	Max. Jumping qt. Hmax(m)	Max. Jumping qt. X Co.	Rolling qt. d(m)
T=70°·H=10m	10	1	4.46	1.33	2.19	0.82
	10	2	6.09	2.41	5.01	2.45
	10	3	5.70	2.28	5.10	2.06
	10	4	5.67	2.60	5.09	2.03
	10	5	4.51	1.66	3.06	0.87
	10	6	5.31	2.13	4.27	1.67
	10	7	4.82	1.49	4.82	1.18
	10	8	6.47	2.89	5.18	2.83
	10	9	4.44	1.15	3.80	0.80
	10	10	4.52	1.62	2.72	0.88
		Ave	5.20	1.96	4.12	1.56
T=70°·H=20m	20	1	11.25	4.32	10.08	3.97
	20	2	8.47	2.24	4.33	1.19
	20	3	11.72	4.64	10.28	4.44
	20	4	13.26	7.72	10.25	5.98
	20	5	8.33	1.65	2.74	1.05
	20	6	9.56	3.20	6.69	2.28
	20	7	8.05	1.49	5.87	0.77
	20	8	9.90	2.89	8.46	2.62
	20	9	9.19	2.12	9.19	1.91
	20	10	12.22	5.86	10.18	4.94
		Ave	10.19	3.61	7.81	2.91
T=70°·H=30m	30	1	12.47	3.11	8.12	1.55
	30	2	14.61	3.81	14.40	3.70
	30	3	13.72	3.31	11.64	2.80
	30	4	12.12	1.83	5.47	1.20
	30	5	18.68	7.10	15.34	7.76
	30	6	11.74	2.43	6.49	0.82
	30	7	16.51	5.54	14.82	5.59
	30	8	11.72	2.82	6.29	0.80
	30	9	12.87	3.44	8.37	1.95
	30	10	14.50	4.37	10.78	3.58
		Ave	13.89	3.78	10.17	2.98
T=70°·H=40m	40	1	17.09	4.84	10.60	2.53
	40	2	17.31	3.37	13.93	2.75
	40	3	16.07	2.14	10.44	1.51
	40	4	19.58	5.00	19.29	5.02
	40	5	15.37	1.23	2.07	0.81
	40	6	18.28	4.56	14.70	3.72
	40	7	20.59	6.86	15.44	6.03
	40	8	15.48	2.08	12.53	0.92
	40	9	16.24	3.02	11.76	1.69
	40	10	19.86	5.09	19.26	5.30
		Ave	17.59	3.82	13.00	3.03
T=70°·H=50m	50	1	18.90	2.37	8.53	0.71
	50	2	24.45	6.75	20.63	6.26
	50	3	18.92	1.72	2.90	0.72
	50	4	21.36	5.45	20.07	3.16
	50	5	19.41	4.46	11.12	1.21
	50	6	19.25	1.76	3.42	1.06
	50	7	22.10	9.52	20.03	3.90
	50	8	23.17	10.45	20.39	4.97
	50	9	33.45	10.71	25.26	15.25
	50	10	18.92	1.01	2.53	0.72
		Ave	21.99	5.42	13.49	3.79

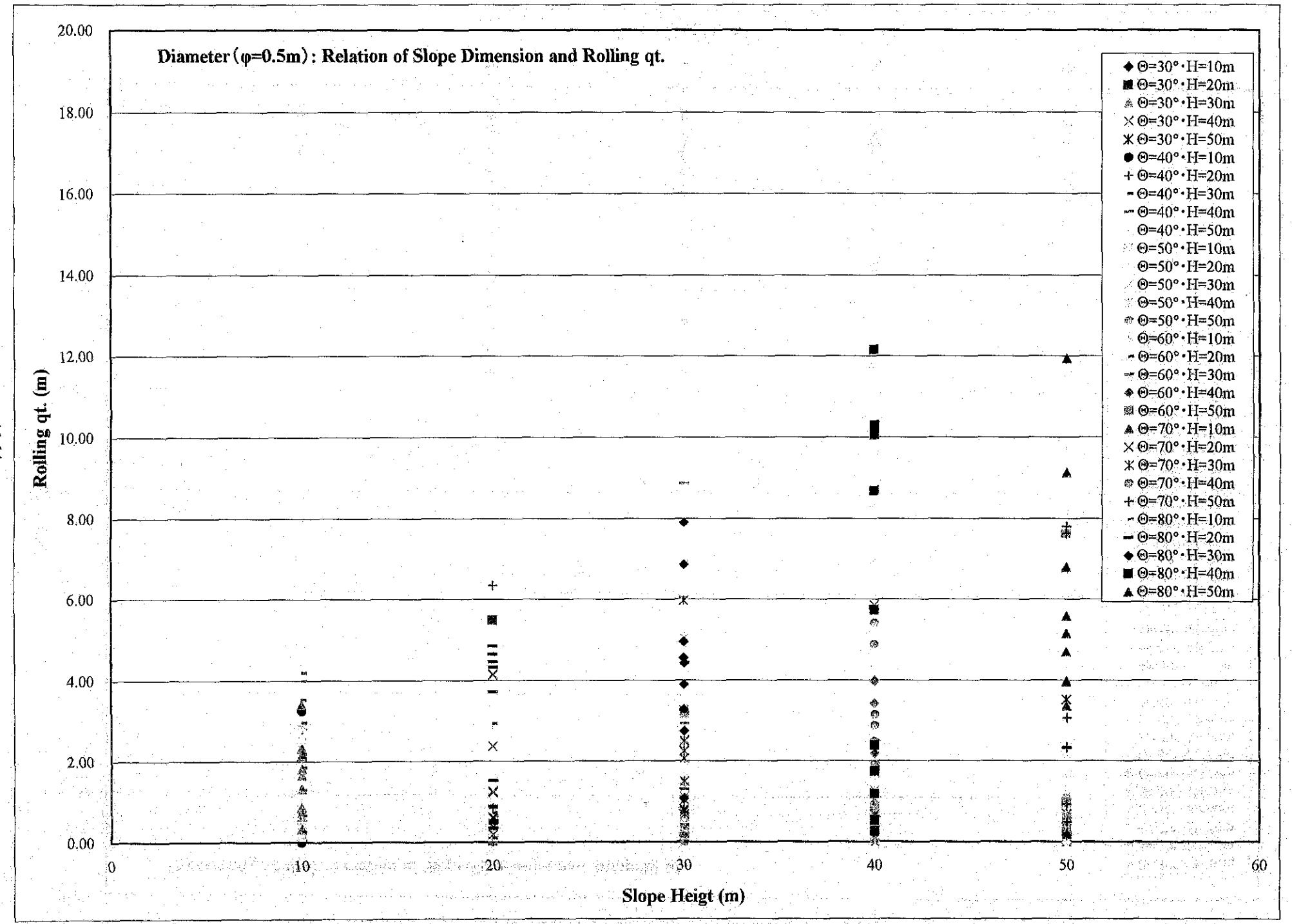
	Height (m)	N	Position Xend(m)	Max. Jumping qt. Hmax(m)	Max. Jumping qt. X Co.	Rolling qt. d(m)
T=80°·H=10m	10	1	3.29	1.64	3.29	1.53
	10	2	5.26	3.37	4.95	3.49
	10	3	4.94	3.26	4.91	3.18
	10	4	2.85	1.25	2.34	1.09
	10	5	5.40	3.42	4.86	3.64
	10	6	3.06	1.51	2.45	1.30
	10	7	4.50	2.83	4.50	2.73
	10	8	5.34	3.40	4.90	3.57
	10	9	4.64	2.97	4.64	2.88
	10	10	5.06	3.35	4.99	3.29
		Ave	4.43	2.70	4.18	2.67
T=80°·H=20m	20	1	9.75	14.48	5.05	6.23
	20	2	5.86	5.24	5.13	2.33
	20	3	6.78	9.51	5.04	3.25
	20	4	8.31	13.29	5.14	4.78
	20	5	6.39	9.11	5.02	2.86
	20	6	5.47	4.25	5.01	1.95
	20	7	12.49	14.07	5.23	8.96
	20	8	8.67	13.00	5.12	5.15
	20	9	4.78	1.88	3.21	1.25
	20	10	8.93	10.85	5.06	5.40
		Ave	7.74	9.57	4.90	4.22
T=80°·H=30m	30	1	10.47	5.22	9.79	5.18
	30	2	14.74	14.06	10.18	9.45
	30	3	7.91	3.17	5.82	2.62
	30	4	7.35	2.50	5.54	2.06
	30	5	8.04	3.18	6.12	2.75
	30	6	6.32	1.46	3.67	1.04
	30	7	7.70	3.01	5.57	2.41
	30	8	13.23	11.52	10.27	7.94
	30	9	9.38	4.19	9.37	4.09
	30	10	8.07	3.29	6.05	2.78
		Ave	9.32	5.16	7.24	4.03
T=80°·H=40m	40	1	8.89	2.54	6.10	1.83
	40	2	16.28	8.86	14.98	9.23
	40	3	15.87	8.52	14.73	8.82
	40	4	9.81	3.36	7.05	2.76
	40	5	10.04	3.24	8.56	2.98
	40	6	9.27	2.38	8.58	2.22
	40	7	13.13	6.09	13.03	6.08
	40	8	14.60	20.55	10.06	7.55
	40	9	15.24	13.52	10.20	8.18
	40	10	10.48	3.51	9.91	3.43
		Ave	12.36	7.26	10.32	5.31
T=80°·H=50m	50	1	14.01	15.11	10.18	5.19
	50	2	15.29	17.73	10.16	6.47
	50	3	20.00	20.93	15.17	11.18
	50	4	11.33	10.75	10.06	2.51
	50	5	18.00	32.87	10.15	9.19
	50	6	18.49	15.09	15.28	9.67
	50	7	15.50	6.91	13.57	6.68
	50	8	11.79	14.15	10.17	2.97
	50	9	18.19	34.00	10.29	9.37
	50	10	11.43	10.81	10.17	2.61
		Ave	15.40	17.84	11.52	6.59

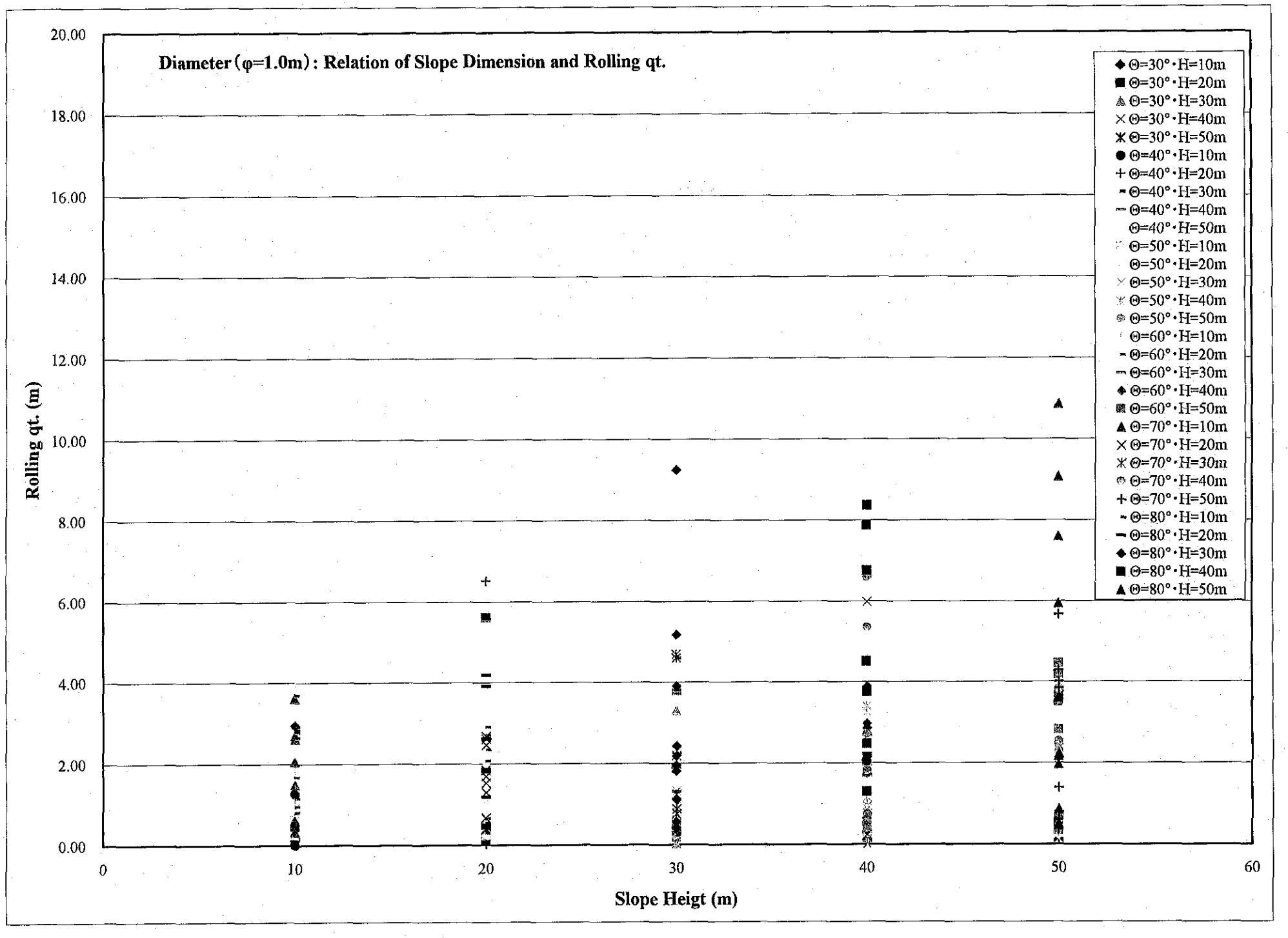

Diameter (φ=0.5m) : Relation of Slope Dimension and Jumping qt.
Jumping qt.(m)
Slope Height (m)
40.00
35.00
30.00
25.00
20.00
15.00
10.00
5.00
0.00
0
10
20
30
40
50
60
Θ=30°・H=10m
Θ=30°・H=20m
Θ=30°・H=30m
Θ=30°・H=40m
Θ=30°・H=50m
Θ=40°・H=10m
Θ=40°・H=20m
Θ=40°・H=30m
Θ=40°・H=40m
Θ=40°・H=50m
Θ=50°・H=10m
Θ=50°・H=20m
Θ=50°・H=30m
Θ=50°・H=40m
Θ=50°・H=50m
Θ=60°・H=10m
Θ=60°・H=20m
Θ=60°・H=30m
Θ=60°・H=40m
Θ=60°・H=50m
Θ=70°・H=10m
Θ=70°・H=20m
Θ=70°・H=30m
Θ=70°・H=40m
Θ=70°・H=50m
Θ=80°・H=10m
Θ=80°・H=20m
Θ=80°・H=30m
Θ=80°・H=40m
Θ=80°・H=50m

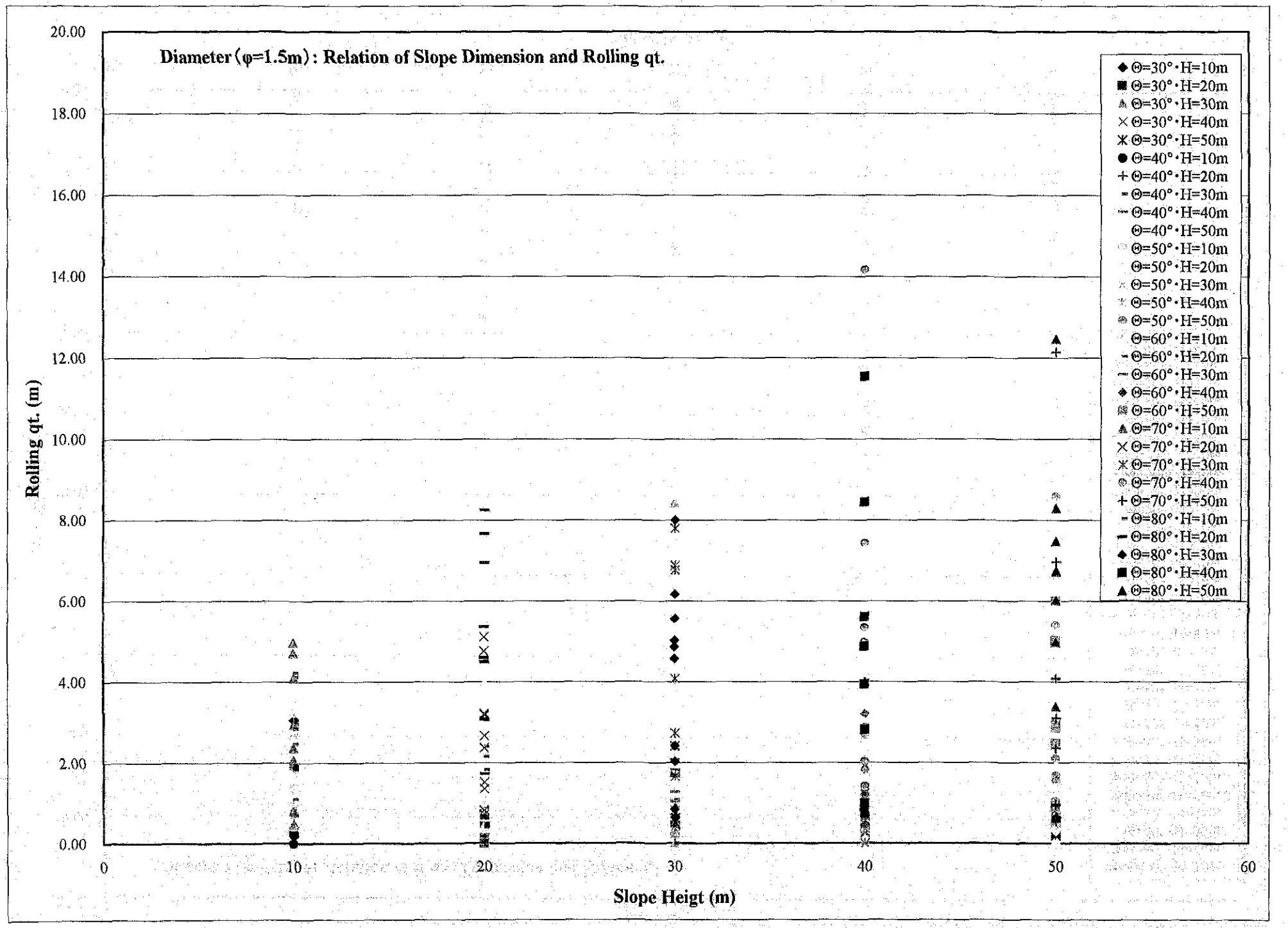

Diameter (φ=1.0m) : Relation of Slope Dimension and Jumping qt.
Jumping qt.(m)
Slope Height (m)
40.00
35.00
30.00
25.00
20.00
15.00
10.00
5.00
0.00
0
10
20
30
40
50
60
Θ=30°・H=10m
Θ=30°・H=20m
Θ=30°・H=30m
Θ=30°・H=40m
Θ=30°・H=50m
Θ=40°・H=10m
Θ=40°・H=20m
Θ=40°・H=30m
Θ=40°・H=40m
Θ=40°・H=50m
Θ=50°・H=10m
Θ=50°・H=20m
Θ=50°・H=30m
Θ=50°・H=40m
Θ=50°・H=50m
Θ=60°・H=10m
Θ=60°・H=20m
Θ=60°・H=30m
Θ=60°・H=40m
Θ=60°・H=50m
Θ=70°・H=10m
Θ=70°・H=20m
Θ=70°・H=30m
Θ=70°・H=40m
Θ=70°・H=50m
Θ=80°・H=10m
Θ=80°・H=20m
Θ=80°・H=30m
Θ=80°・H=40m
Θ=80°・H=50m

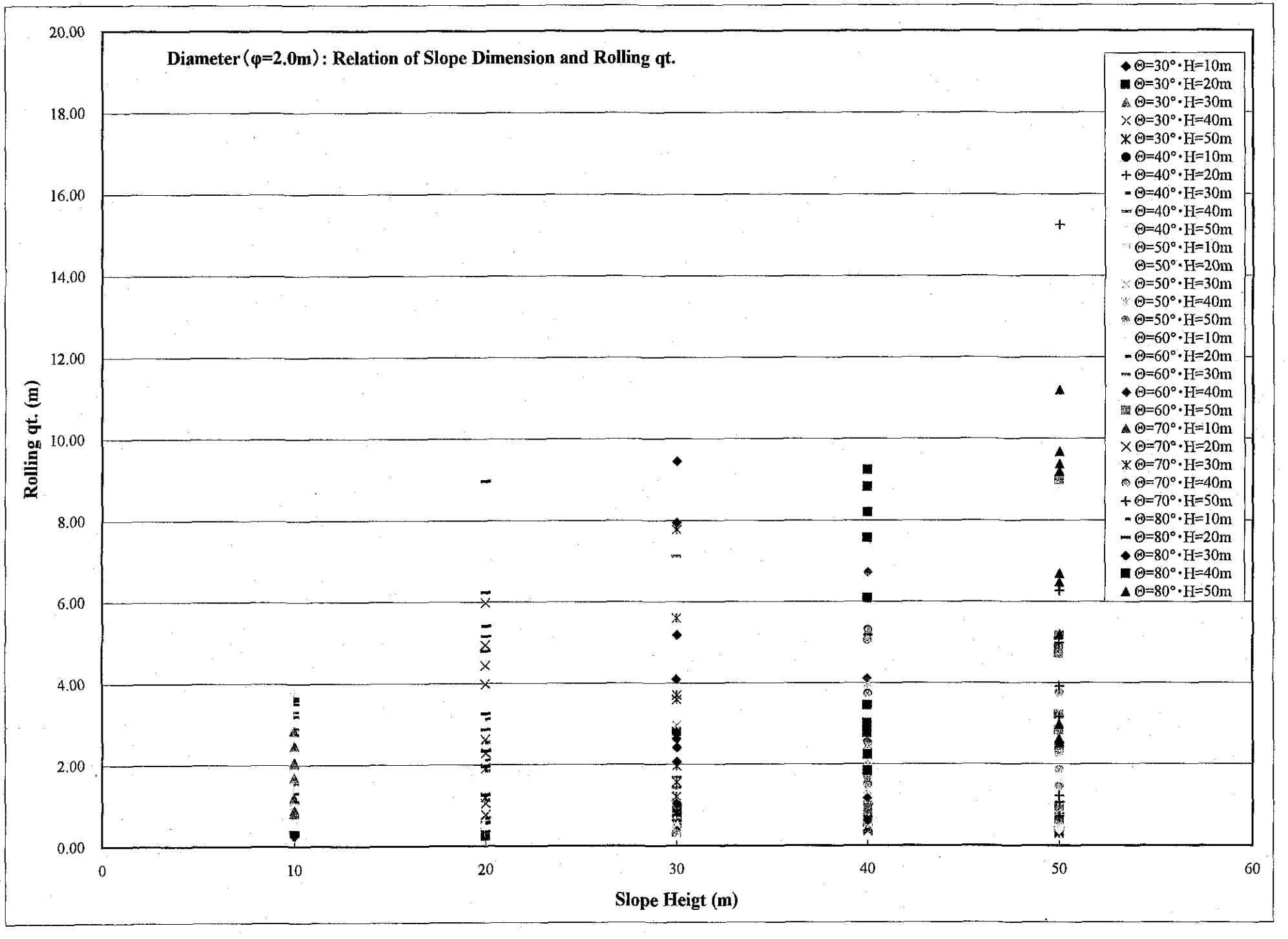

Diameter (φ=1.5m) : Relation of Slope Dimension and Jumping qt.
Jumping qt.(m)
Slope Height (m)
40.00
35.00
30.00
25.00
20.00
15.00
10.00
5.00
0.00
0
10
20
30
40
50
60
Θ=30°・H=10m
Θ=30°・H=20m
Θ=30°・H=30m
Θ=30°・H=40m
Θ=30°・H=50m
Θ=40°・H=10m
Θ=40°・H=20m
Θ=40°・H=30m
Θ=40°・H=40m
Θ=40°・H=50m
Θ=50°・H=10m
Θ=50°・H=20m
Θ=50°・H=30m
Θ=50°・H=40m
Θ=50°・H=50m
Θ=60°・H=10m
Θ=60°・H=20m
Θ=60°・H=30m
Θ=60°・H=40m
Θ=60°・H=50m
Θ=70°・H=10m
Θ=70°・H=20m
Θ=70°・H=30m
Θ=70°・H=40m
Θ=70°・H=50m
Θ=80°・H=10m
Θ=80°・H=20m
Θ=80°・H=30m
Θ=80°・H=40m
Θ=80°・H=50m


Diameter (φ=2.0m) : Relation of Slope Dimension and Jumping qt.
Jumping qt.(m)
Slope Height (m)
40.00
35.00
30.00
25.00
20.00
15.00
10.00
5.00
0.00
0
10
20
30
40
50
60
Θ=30°・H=10m
Θ=30°・H=20m
Θ=30°・H=30m
Θ=30°・H=40m
Θ=30°・H=50m
Θ=40°・H=10m
Θ=40°・H=20m
Θ=40°・H=30m
Θ=40°・H=40m
Θ=40°・H=50m
Θ=50°・H=10m
Θ=50°・H=20m
Θ=50°・H=30m
Θ=50°・H=40m
Θ=50°・H=50m
Θ=60°・H=10m
Θ=60°・H=20m
Θ=60°・H=30m
Θ=60°・H=40m
Θ=60°・H=50m
Θ=70°・H=10m
Θ=70°・H=20m
Θ=70°・H=30m
Θ=70°・H=40m
Θ=70°・H=50m
Θ=80°・H=10m
Θ=80°・H=20m
Θ=80°・H=30m
Θ=80°・H=40m
Θ=80°・H=50m


Diameter (φ=0.5m) : Relation of Slope Dimension and Rolling qt.
Rolling qt. (m)
Slope Heigt (m)
20.00
18.00
16.00
14.00
12.00
10.00
8.00
6.00
4.00
2.00
0.00
0
10
20
30
40
50
60
Θ=30°・H=10m
Θ=30°・H=20m
Θ=30°・H=30m
Θ=30°・H=40m
Θ=30°・H=50m
Θ=40°・H=10m
Θ=40°・H=20m
Θ=40°・H=30m
Θ=40°・H=40m
Θ=40°・H=50m
Θ=50°・H=10m
Θ=50°・H=20m
Θ=50°・H=30m
Θ=50°・H=40m
Θ=50°・H=50m
Θ=60°・H=10m
Θ=60°・H=20m
Θ=60°・H=30m
Θ=60°・H=40m
Θ=60°・H=50m
Θ=70°・H=10m
Θ=70°・H=20m
Θ=70°・H=30m
Θ=70°・H=40m
Θ=70°・H=50m
Θ=80°・H=10m
Θ=80°・H=20m
Θ=80°・H=30m
Θ=80°・H=40m
Θ=80°・H=50m


Diameter (φ=1.0m) : Relation of Slope Dimension and Rolling qt.
Rolling qt. (m)
Slope Heigt (m)
20.00
18.00
16.00
14.00
12.00
10.00
8.00
6.00
4.00
2.00
0.00
0
10
20
30
40
50
60
Θ=30°・H=10m
Θ=30°・H=20m
Θ=30°・H=30m
Θ=30°・H=40m
Θ=30°・H=50m
Θ=40°・H=10m
Θ=40°・H=20m
Θ=40°・H=30m
Θ=40°・H=40m
Θ=40°・H=50m
Θ=50°・H=10m
Θ=50°・H=20m
Θ=50°・H=30m
Θ=50°・H=40m
Θ=50°・H=50m
Θ=60°・H=10m
Θ=60°・H=20m
Θ=60°・H=30m
Θ=60°・H=40m
Θ=60°・H=50m
Θ=70°・H=10m
Θ=70°・H=20m
Θ=70°・H=30m
Θ=70°・H=40m
Θ=70°・H=50m
Θ=80°・H=10m
Θ=80°・H=20m
Θ=80°・H=30m
Θ=80°・H=40m
Θ=80°・H=50m


Diameter (φ=1.5m) : Relation of Slope Dimension and Rolling qt.
Rolling qt. (m)
Slope Heigt (m)
20.00
18.00
16.00
14.00
12.00
10.00
8.00
6.00
4.00
2.00
0.00
0
10
20
30
40
50
60
Θ=30°・H=10m
Θ=30°・H=20m
Θ=30°・H=30m
Θ=30°・H=40m
Θ=30°・H=50m
Θ=40°・H=10m
Θ=40°・H=20m
Θ=40°・H=30m
Θ=40°・H=40m
Θ=40°・H=50m
Θ=50°・H=10m
Θ=50°・H=20m
Θ=50°・H=30m
Θ=50°・H=40m
Θ=50°・H=50m
Θ=60°・H=10m
Θ=60°・H=20m
Θ=60°・H=30m
Θ=60°・H=40m
Θ=60°・H=50m
Θ=70°・H=10m
Θ=70°・H=20m
Θ=70°・H=30m
Θ=70°・H=40m
Θ=70°・H=50m
Θ=80°・H=10m
Θ=80°・H=20m
Θ=80°・H=30m
Θ=80°・H=40m
Θ=80°・H=50m


Diameter (φ=2.0m) : Relation of Slope Dimension and Rolling qt.
Rolling qt. (m)
Slope Heigt (m)
20.00
18.00
16.00
14.00
12.00
10.00
8.00
6.00
4.00
2.00
0.00
0
10
20
30
40
50
60
Θ=30°・H=10m
Θ=30°・H=20m
Θ=30°・H=30m
Θ=30°・H=40m
Θ=30°・H=50m
Θ=40°・H=10m
Θ=40°・H=20m
Θ=40°・H=30m
Θ=40°・H=40m
Θ=40°・H=50m
Θ=50°・H=10m
Θ=50°・H=20m
Θ=50°・H=30m
Θ=50°・H=40m
Θ=50°・H=50m
Θ=60°・H=10m
Θ=60°・H=20m
Θ=60°・H=30m
Θ=60°・H=40m
Θ=60°・H=50m
Θ=70°・H=10m
Θ=70°・H=20m
Θ=70°・H=30m
Θ=70°・H=40m
Θ=70°・H=50m
Θ=80°・H=10m
Θ=80°・H=20m
Θ=80°・H=30m
Θ=80°・H=40m
Θ=80°・H=50m