



COLOQUIO
IMPACTO HIDROLÓGICO DE LOS INCENDIOS FORESTALES EN CHILE

**Indicador de riesgo de movimientos en masa
en la Comuna de San Clemente**

CENTRO TECNOLÓGICO DE HIDROLOGÍA AMBIENTAL
Mg. Claudia Sangüesa Pool

Talca, 28 de julio de 2017

INDICADOR DE RIESGO DE MOVIMIENTOS EN MASA

MOVIMIENTOS EN MASA

Son procesos esencialmente gravitatorios por los cuales una parte de la masa del terreno se destaca del conjunto y se desplaza a una cota inferior a la original, sin que participe en ello algún agente de transporte, siendo tan sólo necesario para que se produzca el desplazamiento, que las fuerzas estabilizadoras sean superadas por las desestabilizadoras (López, 1994).

Factores constantes:

- Naturaleza de los materiales.
- Pendiente y morfología de la ladera.
- Vegetación.

Factores variables:

- Climatología.
- Meteorización.
- Sismicidad.
- Acción Antrópica.

INDICADOR DE RIESGO DE MOVIMIENTOS EN MASA

MOVIMIENTOS EN MASA

Punta Angosta, Lota (2013)



Paso Los Libertadores, Chile (2015)



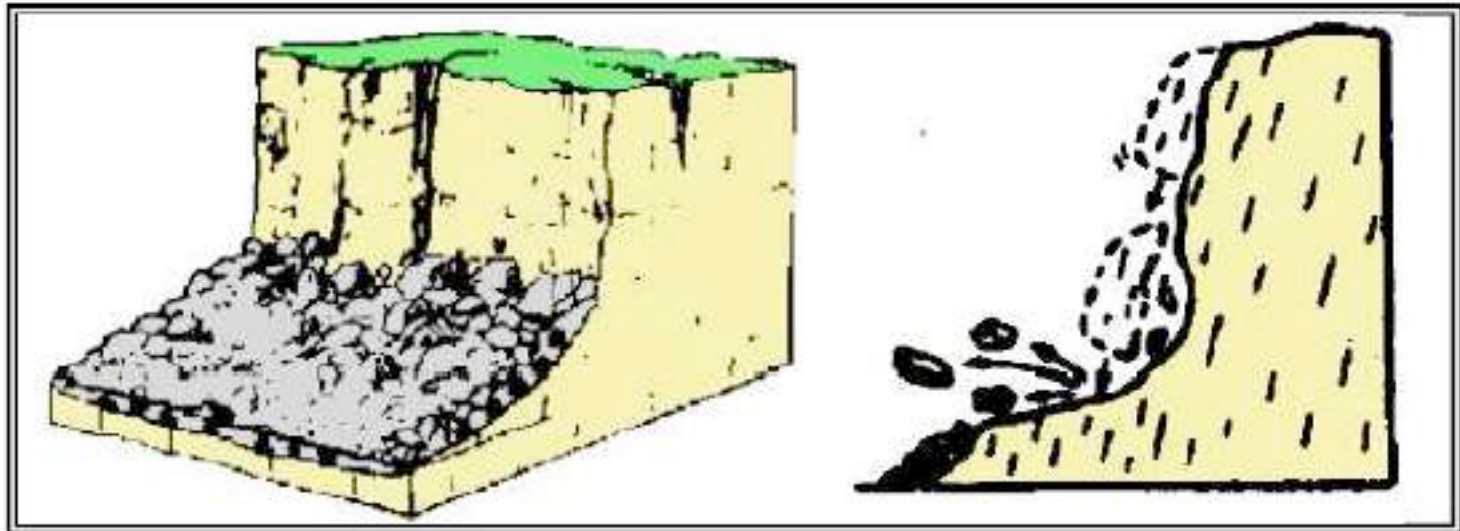
INDICADOR DE RIESGO DE MOVIMIENTOS EN MASA

TIPOS DE MOVIMIENTOS EN MASA

Clasificación ligada a la problemática hidrológica:

Caídas:

Son masas desprendidas de pendientes muy fuertes o escarpes, que se mueven en caída libre, dando tumbos (saltos) o ruedan ladera abajo.



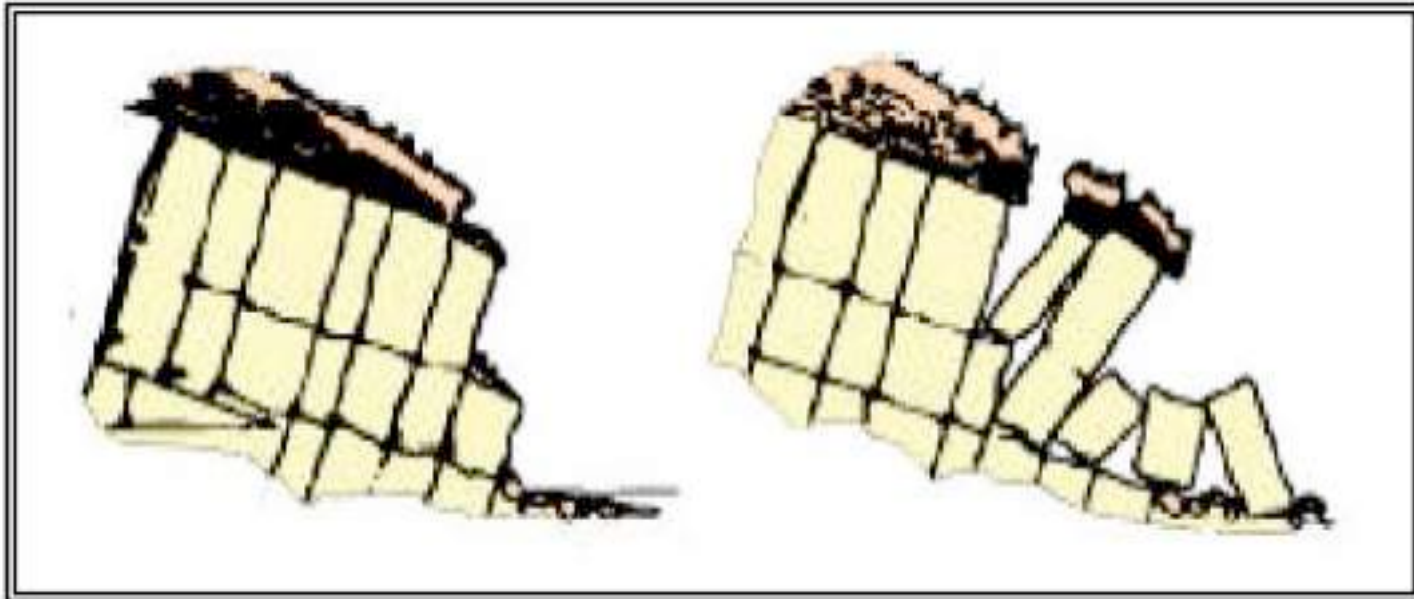
INDICADOR DE RIESGO DE MOVIMIENTOS EN MASA

TIPOS DE MOVIMIENTOS EN MASA

Clasificación ligada a la problemática hidrológica:

Basculamientos:

Son masas desprendidas de pendientes muy fuertes o escarpes, mediante la rotación de uno o más elementos alrededor de un punto pivote.



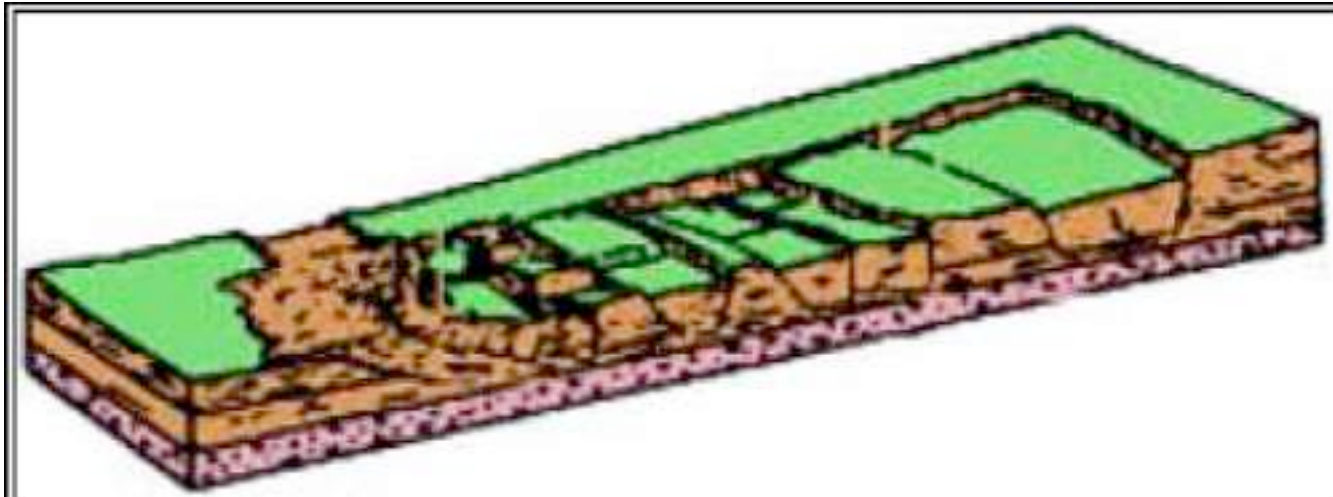
INDICADOR DE RIESGO DE MOVIMIENTOS EN MASA

TIPOS DE MOVIMIENTOS EN MASA

Clasificación ligada a la problemática hidrológica:

Separaciones laterales:

Ocurren cuando el movimiento de extensión lateral es acompañado por un fracturamiento cortante o tensional.



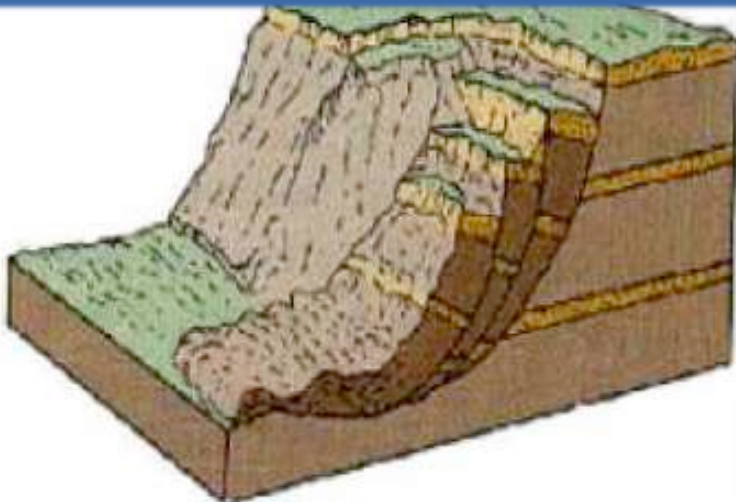
INDICADOR DE RIESGO DE MOVIMIENTOS EN MASA

TIPOS DE MOVIMIENTOS EN MASA

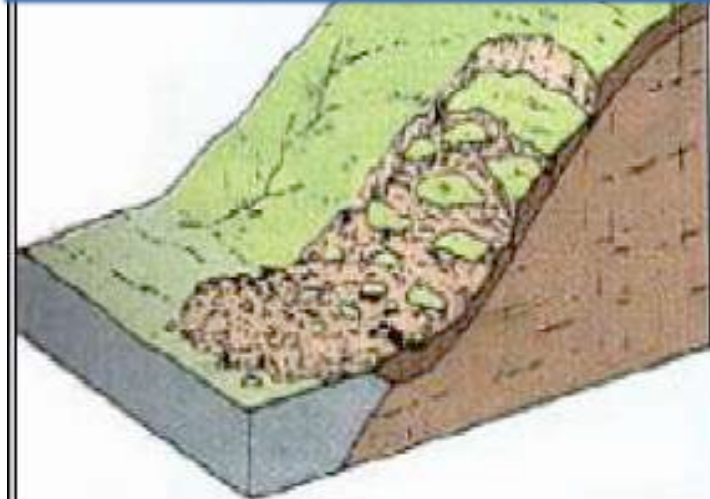
Clasificación ligada a la problemática hidrológica:

Son masas que se desplazan a lo largo de uno o más planos discretos. Pueden ser rotacionales o traslacionales en su movimiento.

El movimiento rotacional se da donde la superficie de ruptura es curva; la masa se rompe hacia atrás, alrededor de un eje paralelo a la ladera.



El movimiento traslacional se da cuando la superficie de ruptura es más o menos plana o suavemente ondulante y la masa se mueve paralela a la superficie del terreno.



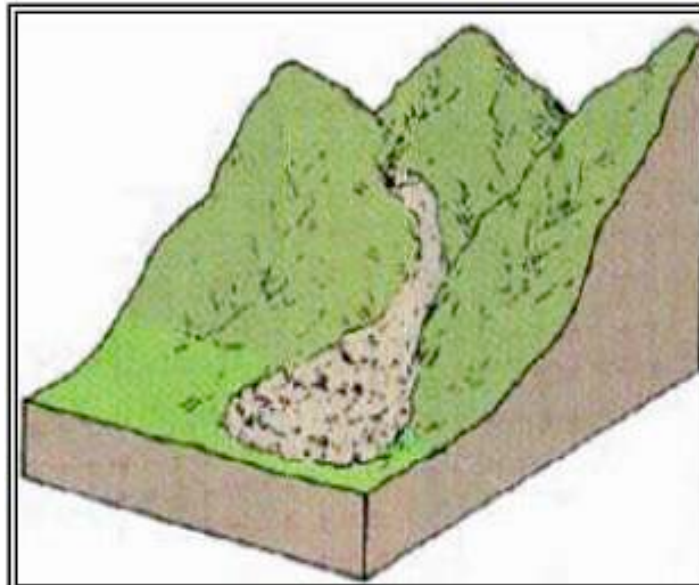
INDICADOR DE RIESGO DE MOVIMIENTOS EN MASA

TIPOS DE MOVIMIENTOS EN MASA

Clasificación ligada a la problemática hidrológica:

Flujos:

Son masas que se mueven como unidades deformadas, viscosas, sin un plano discreto de ruptura.



INDICADOR DE RIESGO DE MOVIMIENTOS EN MASA

CONSTRUCCIÓN DE UN INDICADOR DE RIESGO DE MOVIMIENTOS EN MASA

Su objetivo es tener una respuesta numérica y estimativa acerca de la probabilidad de ocurrencia del fenómeno de movimientos en masa. Se desarrolla a partir de una función lineal denominada Indicador de Riesgo en Movimientos en Masa (IRM). Está compuesto por variables o elementos cuantitativos definidos de acuerdo a las características más relevantes que inciden en este tema, en virtud de sus respectivas ponderaciones.

$$IRM = V1 * W1 + V2 * W2 + V3 * W3 + + Vn * Wm$$

Donde:

- IRM: Indicador de Riesgos en Masa
- V(i): Variable o elemento (i) utilizada para evaluar, donde $i = 1, 2, \dots, n$
- W(i): Peso o ponderación asignada a cada variable (i) a partir de la opinión de expertos, donde $i = 1, 2, \dots, n$.

INDICADOR DE RIESGO DE MOVIMIENTOS EN MASA

CONSTRUCCIÓN DE UN INDICADOR DE RIESGO DE MOVIMIENTOS EN MASA

VARIABLES

A cada variable se le otorgó un valor de 1 a 5 dependiendo del impacto de la misma, donde

1 **menor riesgo**



5 **mayor riesgo**

INDICADOR DE RIESGO DE MOVIMIENTOS EN MASA

CONSTRUCCIÓN DE UN INDICADOR DE RIESGO DE MOVIMIENTOS EN MASA

VARIABLES

Variable 1 (V1) – Precipitación Máxima Mensual

Caída máxima de partículas líquidas o sólidas de agua en una determinada superficie durante el transcurso de un mes.

Se analizó en base a los valores asociados a diferentes periodos de retorno (T)

Rango T	Valor de la Variable
$2 \leq T < 10$	1
$10 \leq T < 20$	2
$20 \leq T < 30$	3
$30 \leq T < 40$	4
$T \geq 40$	5

INDICADOR DE RIESGO DE MOVIMIENTOS EN MASA

CONSTRUCCIÓN DE UN INDICADOR DE RIESGO DE MOVIMIENTOS EN MASA

VARIABLES

Variable 2 (V2) – Intensidad de Precipitación

Caída máxima de partículas líquidas o sólidas de agua, medidas en milímetros en 24 horas.

Se analizó con registros medidos en 24 horas, valores que fueron asociados a diferentes periodos de retorno (T).

Rango T	Valor de la Variable
$2 \leq T < 10$	1
$10 \leq T < 20$	2
$20 \leq T < 30$	3
$30 \leq T < 40$	4
$T \geq 40$	5

INDICADOR DE RIESGO DE MOVIMIENTOS EN MASA

CONSTRUCCIÓN DE UN INDICADOR DE RIESGO DE MOVIMIENTOS EN MASA

VARIABLES

Variable 3 (V3) – Profundidad del Suelo

Profundidad del suelo en la zona, medida hasta la roca madre, considerando el suelo residual, es decir, el no movilizado.

Se evaluó considerando que a una menor profundidad de suelo, es menor la ocurrencia de un movimiento en masa.

Rango	Valor de la Variable
$P_s > 1.5 \text{ m}$	1
$1 \text{ m.} < P_s \leq 1.50 \text{ m}$	2
$0.6 \text{ m.} < P_s \leq 1 \text{ m}$	3
$0.3 \text{ m.} < P_s \leq 0.6 \text{ m}$	4
$P_s \leq 0.3 \text{ m}$	5

INDICADOR DE RIESGO DE MOVIMIENTOS EN MASA

CONSTRUCCIÓN DE UN INDICADOR DE RIESGO DE MOVIMIENTOS EN MASA

VARIABLES

Variable 4 (V4) –Textura del Suelo

Cantidad o proporción relativa de los diferentes tipos o clases de tamaño de las partículas que constituyen el suelo.

Fue medida estableciendo la granulometría de los suelos presentes en cada uno de los puntos estudiados, asignando el valor mínimo a los suelos en que se registró presencia de materia orgánica.

Rango	Valor de la Variable
Suelo franco arcilloso, con un alto nivel de materia orgánica	1
Suelo franco arcilloso a arenoso, con bajo nivel de materia orgánica	2
Franco (aprox. el 50% de su composición es arena y el otro 50% es arcilla y limo)	3
Suelo franco arenoso	4
Suelos arenosos, rocas sueltas y gravas	5

INDICADOR DE RIESGO DE MOVIMIENTOS EN MASA

CONSTRUCCIÓN DE UN INDICADOR DE RIESGO DE MOVIMIENTOS EN MASA

VARIABLES

Variable 5 (V5) – Presencia de Roca Fragmentada

Formaciones de rocas fragmentadas en capas muy delgadas, que presentan alternancia de capas fuertes y débiles o permeables e impermeables

Fue medida estableciendo la existencia de fracturas en el material, las que pueden aumentar el riesgo de generar movimientos en masa.

Rango	Valor de la Variable
No existe presencia de roca fragmentada	1
Presencia de roca levemente fragmentada	2
Presencia de roca moderadamente fragmentada	3
Presencia de roca considerablemente fragmentada	4
Presencia de roca fuertemente fragmentada	5

INDICADOR DE RIESGO DE MOVIMIENTOS EN MASA

CONSTRUCCIÓN DE UN INDICADOR DE RIESGO DE MOVIMIENTOS EN MASA

VARIABLES

Variable 6 (V6) – Densidad Aparente del Suelo

Peso de una unidad de volumen de partículas sólidas de suelo, expresado en gramos por centímetro cúbico.

Se evaluó considerando que un valor mayor disminuye la probabilidad de ocurrencia de movimientos en masa, debido a que existe una mayor cohesión de las partículas del suelo.

Rango	Valor de la Variable
$Da > 1.5$ (gr/cc)	1
1 (gr/cc) $< Da \leq 1.5$ (gr/cc)	2
0.7 (gr/cc) $< Da \leq 1$ (gr/cc)	3
0.5 (gr/cc) $< Da \leq 0.75$ (gr/cc)	4
0.26 (gr/cc) $< Da \leq 0.5$ (gr/cc)	5

INDICADOR DE RIESGO DE MOVIMIENTOS EN MASA

CONSTRUCCIÓN DE UN INDICADOR DE RIESGO DE MOVIMIENTOS EN MASA

VARIABLES

Variable 7 (V7) – Pendiente Máxima

Se define como la inclinación de una superficie con respecto a la horizontal. Suele definirse como un ángulo o como un porcentaje.

Posee un valor máximo para las laderas que presentaban un valor mayor al 100%.

Rango	Valor de la Variable
$0\% \leq P < 20\%$	1
$20\% \leq P < 40\%$	2
$40\% \leq P < 70\%$	3
$70\% \leq P < 100\%$	4
$100\% \geq P$	5

INDICADOR DE RIESGO DE MOVIMIENTOS EN MASA

CONSTRUCCIÓN DE UN INDICADOR DE RIESGO DE MOVIMIENTOS EN MASA

VARIABLES

Variable 8 (V8) – Cobertura de Vegetación

Identificación del porcentaje arbóreo, arbustivo y herbáceo que cubre una superficie determinada.

Se midió de manera porcentual en cada uno de los puntos estudiados, estableciendo que una mayor presencia de vegetación en un punto, disminuiría el riesgo de movimientos en masa.

Rango	Valor de la Variable
$80\% \leq C_v < 100\%$	1
$60\% \leq C_v < 80\%$	2
$40\% \leq C_v < 60\%$	3
$20\% \leq C_v < 40\%$	4
$0\% \leq C_v < 20\%$	5

INDICADOR DE RIESGO DE MOVIMIENTOS EN MASA

CONSTRUCCIÓN DE UN INDICADOR DE RIESGO DE MOVIMIENTOS EN MASA

VARIABLES

Variable 9 (V9) – Profundidad de Raíces

Identificación del tipo de raíces que presentan los individuos arbóreos y arbustivos presentes en una superficie determinada, considerando que la profundidad de raíces, debe ser menor que la profundidad del suelo en que éstas se encuentran.

Presenta un rango en el cual las raíces más profundas poseen un valor mayor, ya que la penetración del terreno origina un separación de las partículas del terreno.

Rango	Valor de la Variable
$Pr \leq 0.3m$	1
$0.3 m < Pr \leq 0.6 m$	2
$0.6 m < Pr \leq 1 m$	3
$1 m < Pr \leq 1.5 m$	4
$Pr \leq 1.5 m$	5

INDICADOR DE RIESGO DE MOVIMIENTOS EN MASA

CONSTRUCCIÓN DE UN INDICADOR DE RIESGO DE MOVIMIENTOS EN MASA

VARIABLES

Variable 10 (V10) – Acción antrópica

Intervención del hombre en la estructura de las laderas, lo que se ejemplifica en actividades agrícolas, roce forestal, movimientos de tierra, obras civiles, etc., que en general alteran la geodinámica del sector.

Presenta un rango en el que el máximo valor que puede presentar la variable, se obtiene si la ladera presenta una fuerte intervención.

Rango	Valor de la Variable
Sin intervención	1
Intervención leve	2
Intervención moderada	3
Intervención considerable	4
Intervención fuerte	5

INDICADOR DE RIESGO DE MOVIMIENTOS EN MASA

CONSTRUCCIÓN DE UN INDICADOR DE RIESGO DE MOVIMIENTOS EN MASA

PESO DE LAS VARIABLES

Se debe determinar el peso relativo de cada una de las variables, con notas de 1 a 10. Esta nota debe ser otorgada por expertos

El valor 10 representa la máxima importancia

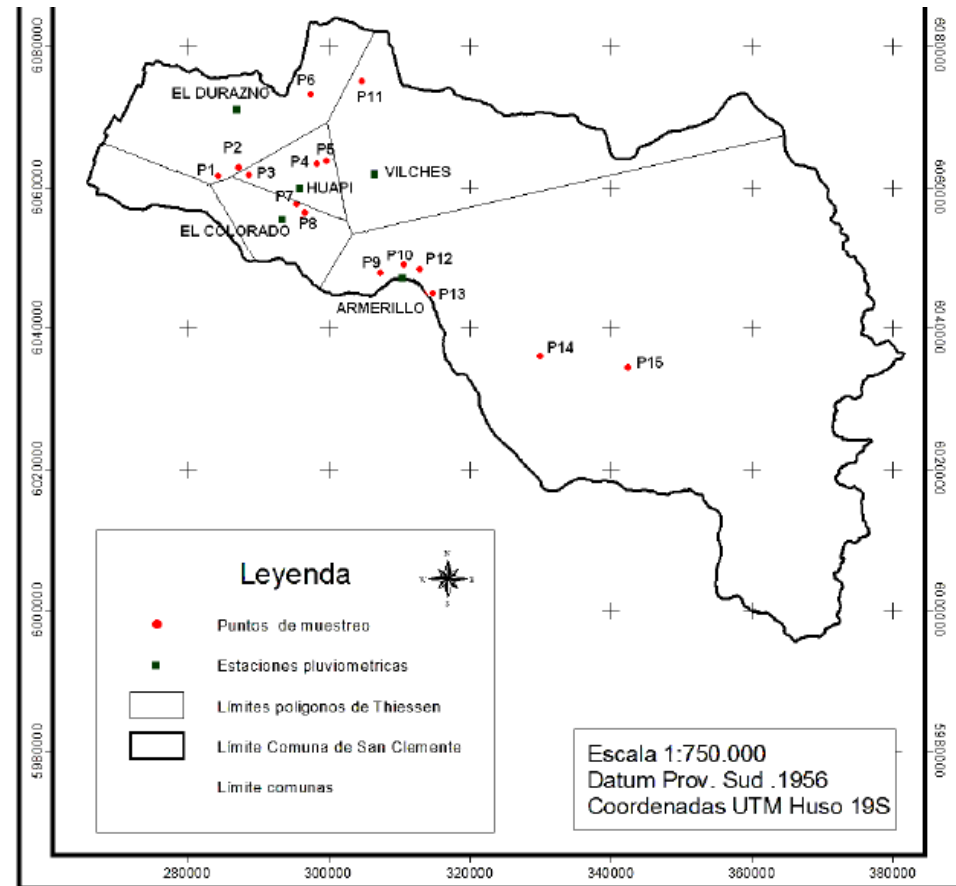
Variable (i)	Expertos (j)				
	1	2	3	.....	n
1	C 11	C 12	C 13	.....	C 1n
2	C 21	C 22	C 23	.....	C 2n
3	C 31	C 32	C 33	.....	C 3n
.
.
m	C m1	C m2	C m3	.....	C mn

INDICADOR DE RIESGO DE MOVIMIENTOS EN MASA

APLICACIÓN PRÁCTICA – COMUNA DE SAN CLEMENTE

i) Definición de áreas de influencia pluvial (Polígonos de Thiessen)

- P1: Pan de Azúcar
- P2: Bajo Perquín bajo
- P3: Bajo Perquín alto
- P4: Vilches 007
- P5: Vilches cruce Tortillas
- P6: Las Lomas
- P7: El Colorado bajo
- P8: El Colorado alto
- P9: Paso nevado
- P10: Ruta CH-115
- P11: La Placeta
- P12: Amerillo
- P13: San Carlos
- P14: Curillínque
- P15: El Médano



INDICADOR DE RIESGO DE MOVIMIENTOS EN MASA

APLICACIÓN PRÁCTICA – COMUNA DE SAN CLEMENTE

ii) Calificación de Variables

- V1: Precipitación Máxima Mensual
- V2: Intensidad de Precipitación en 24 horas

Sector	Calificación según valor máximo	
	Variable 1	Variable 2
1. Pan de Azúcar	2	2
2. Bajo Perquín Bajo	2	2
3. Bajo Perquín Alto	4	5
4. Vilches 007	4	5
5. Vilches C. tortillas	4	5
6. La Lomas	2	2
7. El Colorado Bajo	3	5
8. El Colorado Alto	3	5
9. Paso Nevado	5	5
10. Ruta CH-115	5	5
11. La Placeta	4	5
12. Armerillo	5	5
13. San Carlos	5	5
14. Curillínque	5	5
15. El Médano	5	5

INDICADOR DE RIESGO DE MOVIMIENTOS EN MASA

APLICACIÓN PRÁCTICA – COMUNA DE SAN CLEMENTE

ii) Calificación de Variables

- V8: Cobertura Vegetal
- V10: Acción Antrópica

Sector	Variable 8	Variable10
1. Pan de Azúcar	3	1
2. Bajo Perquín Bajo	4	5
3. Bajo Perquín Alto	1	3
4. Vilches 007	1	3
5. Vilches C. tortillas	1	5
6. La Lomas	2	5
7. El Colorado Bajo	5	4
8. El Colorado Alto	4	4
9. Paso Nevado	3	1
10. Ruta CH-115	5	5
11. La Placeta	5	1
12. Armerillo	3	4
13. San Carlos	3	1
14. Curillinke	5	4
15. El Médano	5	5

INDICADOR DE RIESGO DE MOVIMIENTOS EN MASA

APLICACIÓN PRÁCTICA – COMUNA DE SAN CLEMENTE

ii) Calificación de Variables

- V4: Textura del suelo.
- V6: Densidad Aparente del Suelo.

Sector	Variable 4	Variable 6
1. Pan de Azúcar	1	2
2. Bajo Perquín Bajo	3	2
3. Bajo Perquín Alto	1	2
4. Vilches 007	3	3
5. Vilches C. tortillas	4	3
6. La Lomas	2	2
7. El Colorado Bajo	1	2
8. El Colorado Alto	1	2
9. Paso Nevado	5	5
10. Ruta CH-115	5	5
11. La Placeta	1	2
12. Armerillo	3	4
13. San Carlos	1	2
14. Curillínque	4	5
15. El Médano	4	5

INDICADOR DE RIESGO DE MOVIMIENTOS EN MASA

APLICACIÓN PRÁCTICA – COMUNA DE SAN CLEMENTE

ii) Calificación de Variables

- V3: Profundidad del suelo.
- V6: Presencia de roca fragmentada.
- V7: Pendiente máxima.
- V9: Profundidad de Raíces.

Sector	Variable 3	Variable 5	Variable 7	Variable 9
1. Pan de Azúcar	3	3	5	2
2. Bajo Perquín Bajo	1	1	5	2
3. Bajo Perquín Alto	1	1	5	3
4. Vilches 007	2	3	5	3
5. Vilches C. tortillas	1	1	5	3
6. La Lomas	1	1	5	2
7. El Colorado Bajo	2	1	5	2
8. El Colorado Alto	2	1	5	2
9. Paso Nevado	3	5	5	4
10. Ruta CH-115	5	5	5	2
11. La Placeta	3	3	4	1
12. Armerillo	4	4	5	4
13. San Carlos	3	3	5	4
14. Curillínque	3	5	5	3
15. El Médano	5	5	5	2

INDICADOR DE RIESGO DE MOVIMIENTOS EN MASA

APLICACIÓN PRÁCTICA – COMUNA DE SAN CLEMENTE

iii) Peso relativo de cada variable según Panel de Expertos

Se consideraron expertos provenientes del sector Académico, Público y Privado

Variables (i)	Expertos (j)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	9	10	8	5	8	9	7	8	10	3
2	10	9	10	10	10	8	10	9	8	9
3	8	2	5	9	6	9	9	9	3	6
4	7	4	6	7	4	9	9	9	5	8
5	7	3	6	1	7	7	8	8	7	6
6	8	5	7	9	3	9	8	8	3	7
7	9	8	9	10	9	9	9	9	10	10
8	9	7	10	8	2	9	9	9	3	5
9	8	6	5	6	1	8	9	9	4	7
10	10	1	10	9	5	9	10	9	8	9

Sector Académico

Variables (i)	Expertos (j)					
	1	2	3	4	5	6
1	9	8	8	8	8	4
2	8	7	10	10	10	10
3	4	7	9	9	5	2
4	5	8	9	10	10	3
5	7	8	7	7	4	5
6	3	8	8	8	5	7
7	7	9	9	10	8	8
8	4	7	10	9	8	6
9	4	7	7	7	5	1
10	9	9	9	9	9	9

Sector Público

Variables (i)	Expertos (j)				
	1	2	3	4	5
1	10	7	6	6	9
2	10	10	8	6	9
3	8	8	6	5	8
4	6	4	5	9	5
5	7	5	9	6	8
6	7	3	4	5	8
7	10	9	7	7	9
8	8	1	4	5	9
9	7	2	4	5	5
10	8	6	8	9	9

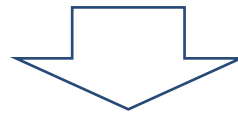
Sector Privado

INDICADOR DE RIESGO DE MOVIMIENTOS EN MASA

APLICACIÓN PRÁCTICA – COMUNA DE SAN CLEMENTE

iii) Peso relativo de cada variable según Panel de Expertos

Variables	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Puntaje Total	160	191	137	142	133	133	185	142	117	174



Variables	1	2	3	4	5
Pesos Relativos	0,1081	0,1714	0,0646	0,0919	0,0634
Variables	6	7	8	9	10
Pesos Relativos	0,0634	0,1677	0,087	0,0335	0,1491

INDICADOR DE RIESGO DE MOVIMIENTOS EN MASA

APLICACIÓN PRÁCTICA – COMUNA DE SAN CLEMENTE

iv) Establecimiento del modelo

$$IRM = Pmm * 0.1081 + I_{24} * 0.1714 + PS * 0.0646 + Ts * 0.0919 + Prf * 0.0634 + Das * 0.0634 + Pm * 0.1677 + Cv * 0.087 + Pr * 0.0335 + Aa * 0.1491$$

Donde:

- Pmm : Precipitación máxima mensual.
- I₂₄ : Intensidad de precipitación en 24 horas.
- PS : Profundidad del suelo.
- TS : Textura del suelo.
- Prf : Presencia de roca fragmentada.
- Das : Densidad aparente del suelo.
- Pm : Pendiente Máxima.
- CV : Cobertura Vegetal.
- Pr : Profundidad de raíces.
- Aa : Acción Antrópica

INDICADOR DE RIESGO DE MOVIMIENTOS EN MASA

APLICACIÓN PRÁCTICA – COMUNA DE SAN CLEMENTE

$$IRM = Pmm * 0.1081 + I_{24} * 0.1714 + PS * 0.0646 + Ts * 0.0919 + Prf * 0.0634 + Das * 0.0634 + Pm * 0.1677 + Cv * 0.087 + Pr * 0.0335 + Aa * 0.1491$$

Las Lomas

	Variable	Peso	Valor	v * w
v1	Pp Máxima Mensual	0,1081	2	0,2162
v2	Int. de pp en 24 hr.	0,1714	2	0,3428
v3	Profundidad del suelo	0,0646	1	0,0646
v4	Textura del suelo.	0,0919	2	0,1838
v5	Presencia de roca fragmentada	0,0634	1	0,0634
v6	Densidad aparente del suelo	0,0634	2	0,1268
v7	Pendiente Máxima	0,1677	5	0,8385
v8	Cobertura Vegetal	0,087	2	0,174
v9	Profundidad de raíces	0,0335	2	0,067
v10	Acción Antrópica	0,1491	5	0,7455
				2,8226

INDICADOR DE RIESGO DE MOVIMIENTOS EN MASA

APLICACIÓN PRÁCTICA – COMUNA DE SAN CLEMENTE

$$IRM = Pmm * 0.1081 + I_{24} * 0.1714 + PS * 0.0646 + Ts * 0.0919 + Prf * 0.0634 + Das * 0.0634 + Pm * 0.1677 + Cv * 0.087 + Pr * 0.0335 + Aa * 0.1491$$

Las Lomas

Con incendio

	Variable	Peso	Valor	v * w	Valor	v * w
v1	Pp Máxima Mensual	0,1081	2	0,2162	2	0,2162
v2	Int. de pp en 24 hr.	0,1714	2	0,3428	2	0,3428
v3	Profundidad del suelo	0,0646	1	0,0646	1	0,0646
v4	Textura del suelo.	0,0919	2	0,1838	2	0,1838
v5	Presencia de roca fragmentada	0,0634	1	0,0634	1	0,0634
v6	Densidad aparente del suelo	0,0634	2	0,1268	2	0,1268
v7	Pendiente Máxima	0,1677	5	0,8385	5	0,8385
v8	Cobertura Vegetal	0,087	2	0,174	5	0,435
v9	Profundidad de raíces	0,0335	2	0,067	2	0,067
v10	Acción Antrópica	0,1491	5	0,7455	5	0,7455
				2,8226		3,0836

INDICADOR DE RIESGO DE MOVIMIENTOS EN MASA

APLICACIÓN PRÁCTICA – COMUNA DE SAN CLEMENTE

$$IRM = Pmm * 0.1081 + I_{24} * 0.1714 + PS * 0.0646 + Ts * 0.0919 + Prf * 0.0634 + Das * 0.0634 + Pm * 0.1677 + Cv * 0.087 + Pr * 0.0335 + Aa * 0.1491$$

Vilches

	Variable	Peso	Valor	v * w
v1	Pp Máxima Mensual	0,1081	4	0,4324
v2	Int. de pp en 24 hr.	0,1714	5	0,857
v3	Profundidad del suelo	0,0646	2	0,1292
v4	Textura del suelo.	0,0919	3	0,2757
v5	Presencia de roca fragmentada	0,0634	3	0,1902
v6	Densidad aparente del suelo	0,0634	3	0,1902
v7	Pendiente Máxima	0,1677	5	0,8385
v8	Cobertura Vegetal	0,087	1	0,087
v9	Profundidad de raíces	0,0335	3	0,1005
v10	Acción Antrópica	0,1491	3	0,4473
				3,548

INDICADOR DE RIESGO DE MOVIMIENTOS EN MASA

APLICACIÓN PRÁCTICA – COMUNA DE SAN CLEMENTE

$$IRM = Pmm * 0.1081 + I_{24} * 0.1714 + PS * 0.0646 + Ts * 0.0919 + Prf * 0.0634 + Das * 0.0634 + Pm * 0.1677 + Cv * 0.087 + Pr * 0.0335 + Aa * 0.1491$$

Vilches

Con incendio

	Variable	Peso	Valor	v * w	Valor	v * w
v1	Pp Máxima Mensual	0,1081	4	0,4324	4	0,4324
v2	Int. de pp en 24 hr.	0,1714	5	0,857	5	0,857
v3	Profundidad del suelo	0,0646	2	0,1292	2	0,1292
v4	Textura del suelo.	0,0919	3	0,2757	3	0,2757
v5	Presencia de roca fragmentada	0,0634	3	0,1902	3	0,1902
v6	Densidad aparente del suelo	0,0634	3	0,1902	3	0,1902
v7	Pendiente Máxima	0,1677	5	0,8385	5	0,8385
v8	Cobertura Vegetal	0,087	1	0,087	5	0,435
v9	Profundidad de raíces	0,0335	3	0,1005	3	0,1005
v10	Acción Antrópica	0,1491	3	0,4473	5	0,7455
				3,548		4,1942

INDICADOR DE RIESGO DE MOVIMIENTOS EN MASA



APLICACIÓN PRÁCTICA – COMUNA DE SAN CLEMENTE

CONCLUSIONES

La metodología utilizada es muy dúctil al enfrentarla a diferentes situaciones que son difícilmente comparables, por lo que su utilización es interesante y recomendable; sin embargo no es posible inferir que los resultados numéricos obtenidos correspondan estrictamente al riesgo de movimientos en masa en cada uno de los puntos estudiados, porque en esos valores influyen valoraciones distintas de un grupo de expertos frente a diversas variables.

Según los resultados obtenidos por el indicador de riesgo de movimientos en masa en la aplicación práctica, para cada uno de los puntos estudiados, son las variables pluviométricas las que inciden más fuertemente en aumentar o disminuir el riesgo en un punto, en relación a sufrir un movimiento en masa.

→ Por tanto, los puntos que se ubiquen en áreas donde las precipitaciones sean más abundantes e intensas, manifiestan un mayor riesgo.

INDICADOR DE RIESGO DE MOVIMIENTOS EN MASA



APLICACIÓN PRÁCTICA – COMUNA DE SAN CLEMENTE

CONCLUSIONES

El modelo del indicador de riesgo de movimientos en masa que se obtuvo en la aplicación práctica, puede ser utilizado en cualquier punto geográfico, siempre que se obtenga o se establezca la valoración de cada una de las variables pertenecientes a este modelo lineal.

Si bien este estudio no permite predecir con un 100% de certeza un movimiento en masa, sí contribuye a tener una idea de los puntos que se encuentran más vulnerables frente al fenómeno, entregando a las autoridades comunales una información que puede dar tiempo para que se realicen los trabajos de ingeniería necesarios.



COLOQUIO
IMPACTO HIDROLÓGICO DE LOS INCENDIOS FORESTALES EN CHILE

**Indicador de riesgo de movimientos en masa
en la Comuna de San Clemente**

CENTRO TECNOLÓGICO DE HIDROLOGÍA AMBIENTAL
Mg. Claudia Sangüesa Pool

Santiago, 4 de mayo de 2017