

Workshop

Instabilidade de Encostas e Taludes de Natureza Vulcânica na Macaronésia

Apresentação do projeto **MACASTAB**. Objetivos e linhas fundamentais



Luis E. Hernández Gutiérrez
Dr. em Ciências Geológicas



Gobierno de Canarias
Consejería de Obras Públicas
y Transportes

MACASTAB



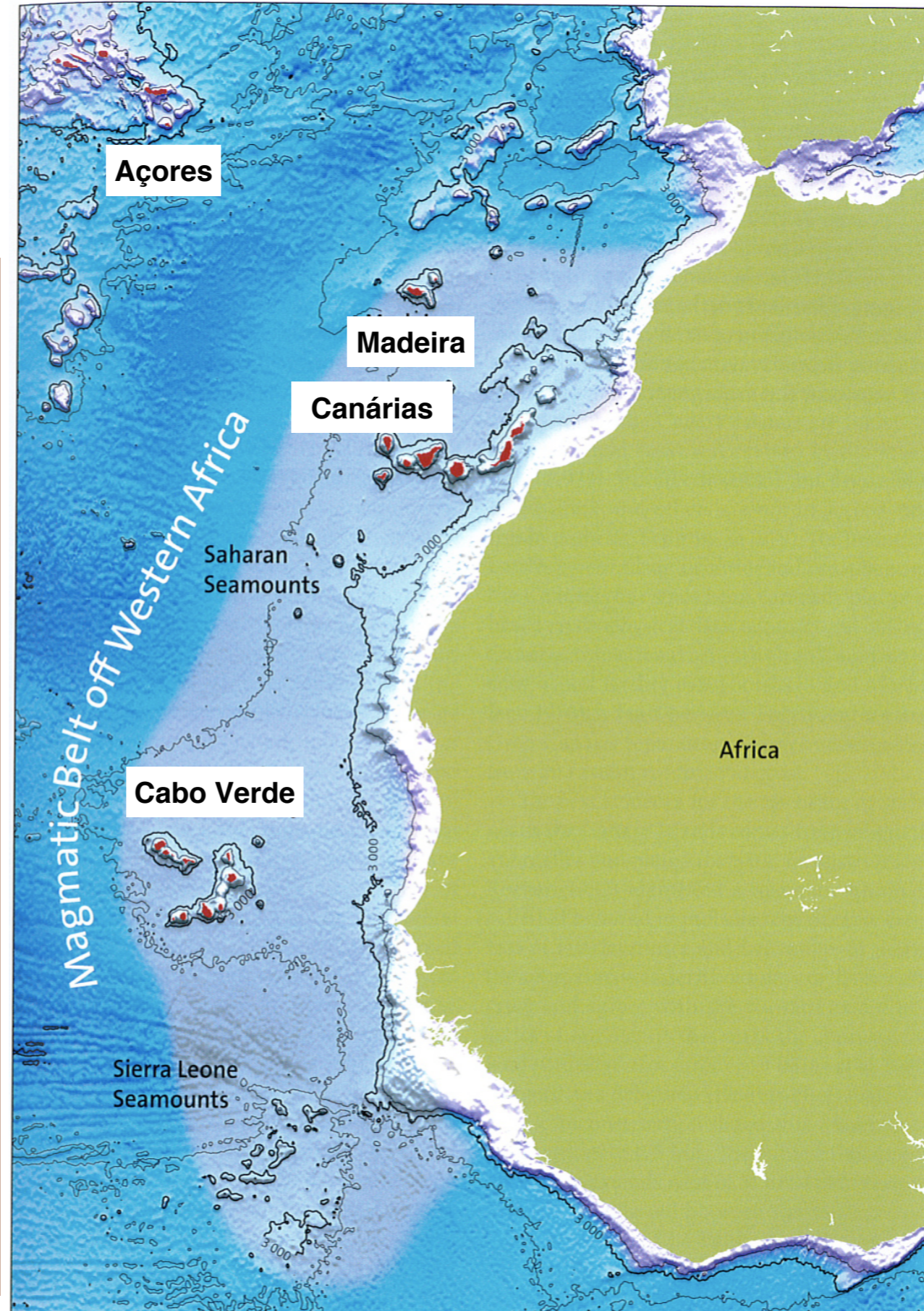
Antecedentes

Singularidade geológica

Do ponto de vista biogeográfico, as Ilhas Canárias fazem parte da região da Macaronésia (do grego "Ilhas felizes"). Esta região é formada pelos arquipélagos dos Açores, Madeira, Ilhas Salvas, Canárias e Cabo Verde.

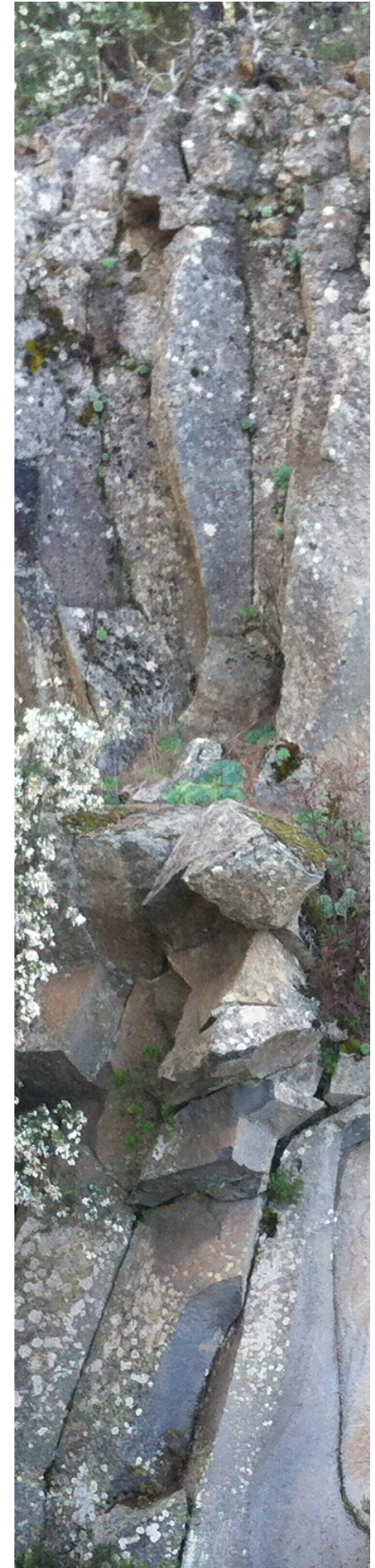
Do ponto de vista vulcanológico eles estão no Cinturão Magmático da África Ocidental

As Ilhas da Macaronésia representam um bom exemplo de vulcanismo associado a ilhas oceânicas. A área vulcânica das Ilhas Canárias, localiza-se numa zona de transição oceânico-continental, no interior da litosfera africana, na crosta oceânica e muito próxima da fronteira entre a crosta oceânica atlântica e a crosta continental africana. Actualmente, os efeitos que as vizinhas Montanhas do Atlas exerceram sobre o arquipélago das Canárias e o lento deslocamento para leste da placa litosférica africana (da ordem de 1 a 2 cm / ano durante pelo menos os últimos 60 Ma) parecem evidentes.



Necesidad de proponer una metodología

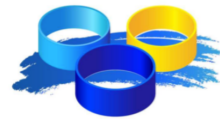
- ❖ **Adaptar as ferramentas disponibilizadas às circunstâncias macarónicas** (classificações, fichas de índice, inventários, coeficientes, aplicações informáticas, soluções).
- ❖ **Tentar homogeneizar a atividade dos agentes do setor propondo a um procedimento de referência completo** (diagnóstico, projeto da solução, avaliação de sua confiabilidade e ponderação do risco suportado).
- ❖ **Fazer uma análise que tenta alterar a perspectiva do risco apoiado e da assunção socialmente.**



Projeto

MACASTAB

Bases para a elaboração de um guia metodológico para a gestão do risco natural de instabilidade em encostas e taludes de natureza vulcânica na Macaronésia



MAC 2014-2020
Cooperación Territorial



Eje Prioritario 3:
Promover la adaptación al cambio climático
y la prevención y gestión de riesgos

CHEFE DE FILA
Canárias



Gobierno de Canarias
Consejería de Obras Públicas
y Transportes
Viceconsejería de Infraestructuras
y Transportes

PARCEIRO
Açores



PARCEIRO
Madeira



PARCEIRO
Cabo Verde



<http://macastab.com>



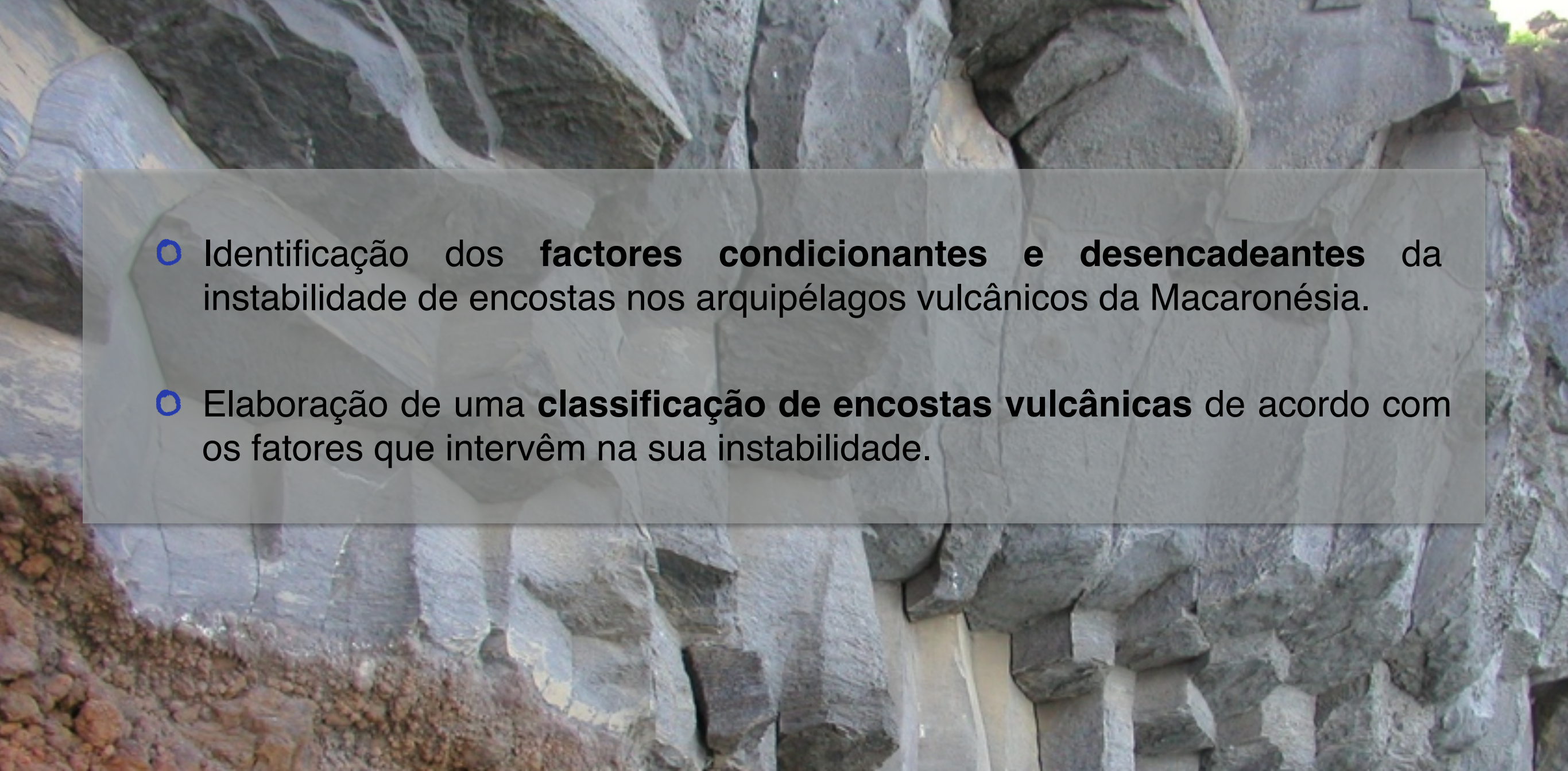
MACASTAB

Objetivos específicos:

- ★ Oferecer um sistema de avaliação de instabilidades de encostas de acordo com os fatores que provocam sua presença e aqueles que finalmente desencadeiam seu colapso.
- ★ Propor métodos analíticos para identificação e avaliação da instabilidade da encosta, bem como critérios de projeto para medidas de proteção adequadas em cada caso.
- ★ Identificar o grau de exposição a riscos naturais que se assume em cada situação a partir da aplicação de metodologias de análise de riscos por movimentação de encostas com base na probabilidade do evento, considerando os efeitos das alterações climáticas e suas consequências.

MACASTAB

Objetivo específico 1: ★ Oferecer um sistema de avaliação de instabilidades de encostas de acordo com os fatores que provocam sua presença e aqueles que finalmente desencadeiam seu colapso.

- 
- Identificação dos **factores condicionantes e desencadeantes** da instabilidade de encostas nos arquipélagos vulcânicos da Macaronésia.
 - Elaboração de uma **classificação de encostas vulcânicas** de acordo com os fatores que intervêm na sua instabilidade.

MACASTAB

Objetivo específico 2: ★ Propor métodos analíticos para identificação e avaliação da instabilidade da encosta, bem como critérios de projeto para medidas de proteção adequadas em cada caso.

- * Proposta de **classificação geomecânica para terrenos vulcânicos** macaronésios.
- * Proposta de **métodos analíticos de cálculo para a avaliação** da instabilidade da encosta.
- * Proposta de **medidas preventivas** para controle e proteção de encostas.

MACASTAB

Objetivo específico 3: ★ Identificar o grau de exposição a riscos naturais que se assume em cada situação a partir da aplicação de metodologias de análise de riscos por movimentação de encostas com base na probabilidade do evento, considerando os efeitos da alterações climáticas e suas conseqüências.

- Elaboração de uma base **metodológica para a análise de riscos** devido a desabamentos e deslizamentos de rochas e solos em terrenos vulcânicos.
- Estudar a relação entre as **alterações climáticas** e a incidência na ocorrência de movimentos de encostas na região da Macaronésia.
- Realizar uma **experiência piloto** em que o procedimento e as ferramentas propostas são aplicadas a um caso de instabilidade real.

Estrutura do documento

O projeto MACASTAB é desenvolvido 3 fases:

FASE I **Diagnóstico prévio e identificação do tipo de inestabilidade**

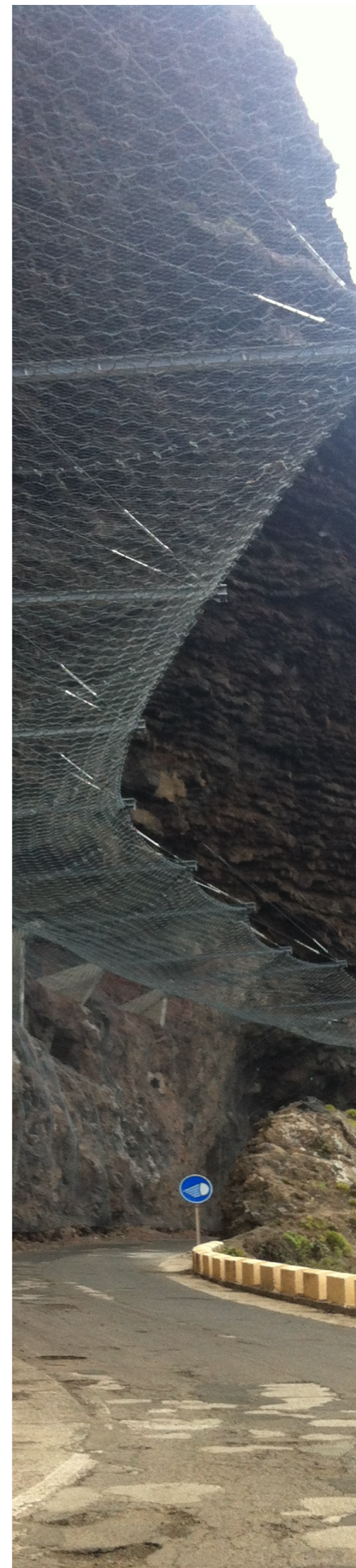
SETEMBRO 2017

FASE II **Metodologia para o diagnóstico de inestabilidade, análise de risco e desenho de soluções**

OUTUBRO 2018

FASE III **Gestão de riscos**

OUTUBRO 2019



FASE I **Diagnóstico prévio e identificação do tipo de inestabilidade** **SETEMBRO 2017**

1. CONDIÇÕES PRECURSORAS DE INSTABILIDADES

1.1. FACTORES DE CONDICIONAMENTO

ÍNDICE DE SUSCETIBILIDADE DA INSTABILIDADE DE ENCOSTAS EM ROCHAS VULCÂNICAS (ISTV)

Dr. Luis I. González de Vallejo

1.2. FACTORES DE DESENCADEAMENTO

LIMIARES CARACTERISTICOS

2. IDENTIFICAÇÃO DO TIPO DE INSTABILIDADE

UNIDADES GEOTÉCNICAS DA MACARONÉSIA

OBSERVAÇÕES NO TERRENO



TIPO DE MOVIMENTO DE ENCOSTAS

2.1. DESABAMENTOS

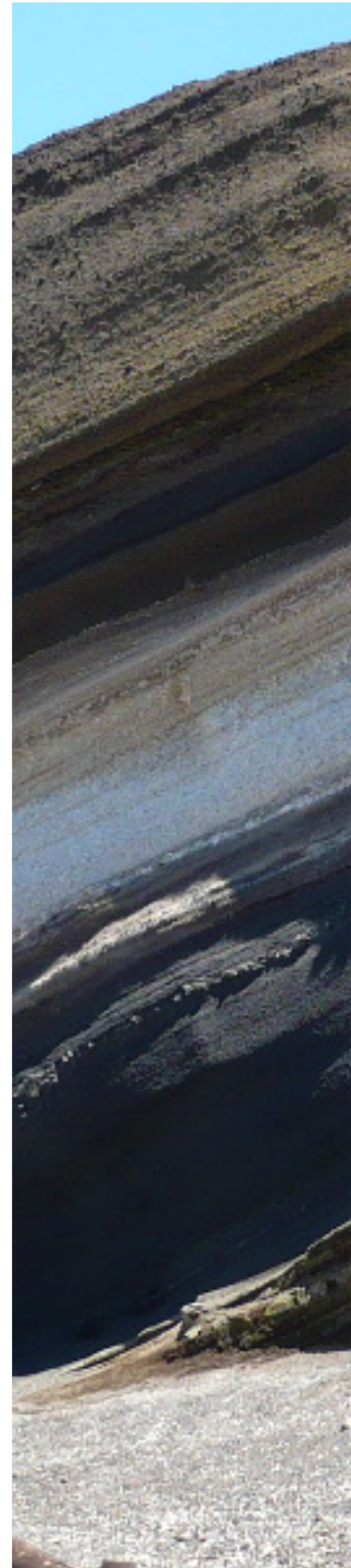
2.2. DESLIZAMENTOS

2.3. AVALANCHES Y FLUXOS



Classificação das unidades geotécnicas da Macaronésia

Unidad Geotécnica	Subunidad
Unidad I: Complexos Basais	
Unidad II: Escodas y maciços acidos masivos	
Unidad III: Maciços basálticos alterados	
Unidad IV: Escodas basálticas sã	IVa: Muito escoreácea y/o pahoe-hoe
	IVb: Massivo o pouco escoreácea
Unidad V: Materiais piroclásticos	Va: Ignimbritos soldados
	Vb: Tufos surtseanos
	Vc: Aglomerados de natureza pomítica
	Vd: Aglomerados de natureza basáltica
	Ve: Aglomerados brechoides
	Vf: Depósitos piroclásticos pomíticos sueltos
	Vg: Depósitos piroclásticos basálticos sueltos
	Vh: Ignimbritos não soldadas
Unidad VI: Depósitos aluvio-coluviare	
Unidad VII: Arelas litorais	
Unidad VIII: Solos argilosos e siltosos	
Unidad IX: Solos superficiais / vegetais	
Unidad X: Calcarios	
Unidad XI: Aterros	



Unidades geotécnicas da Macaronésia e tipos da instabilidades asociadas

Tipo de inestabilidad	Descripción del movimiento	Unidad geotécnica	Observaciones
Desprendimientos	Caída de bloques y "chineos"	I Vb Vc Vd Ve Vf Vg VI	<ul style="list-style-type: none"> Desprendimientos de bloques de tamaño decimétrico a métrico por erosión de la matriz. Caída de partículas de tamaño centimétrico a milimétrico (Chineo).
	Caídas por descalces	IVa IVb V Vh X	<ul style="list-style-type: none"> Erosión de los niveles piroclásticos o de niveles escoriáceos de coladas basálticas "aa", que provocan caída por descalce de prismas rocosos.
	Vuelcos	II III IVa IVb	<ul style="list-style-type: none"> Vuelco de prismas rocosos aislados por diaclasado de retracción.
	Colapsos	IVa	<ul style="list-style-type: none"> Colapso de tubos o cavidades formadas en el seno de lavas "pahoehoe".



Unidades geotécnicas da Macaronésia e tipos da instabilidades asociadas

Tipo de inestabilidad	Descripción del movimiento	Unidad geotécnica	Observaciones
Deslizamientos traslacionales en rocas o suelos		I II III IV V VI VII VIII IX X	<ul style="list-style-type: none"> Puede afectar a cualquier unidad geotécnica, que se moviliza a favor de una superficie plana de debilidad o de una discontinuidad.
Deslizamientos rotacionales	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>Suelos</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>Rocas</p> </div> </div>	I II III IV V VI VIII IX	<ul style="list-style-type: none"> Son más frecuentes en suelos cohesivos. También en macizos rocosos blandos o con alto grado de fracturación o alteración, donde las discontinuidades no constituyen superficies de debilidad preferentes.
Avalanchas rocosas		II III IVa IVb Va Ve Vh	<ul style="list-style-type: none"> Movimiento de grandes masas de roca, que forman depósitos caóticos y masivos, con megabloques de estructuras volcánicas originales y facies de matriz.
Flujos de barro		VIII IX	<ul style="list-style-type: none"> Se dan en materiales predominantemente finos y homogéneos, ocasionados por la pérdida de resistencia del material por su saturación en agua.
Flujo de tierra y derrubios		VI VII XI	<ul style="list-style-type: none"> Depósitos de granulometría diversa (finos y gruesos) que se movilizan por acción del agua.



FASE II **Metodologia para o diagnóstico de inestabilidade, análise de risco e desenho de soluções** **OUTUBRO 2018**

1. ESTABILIDADE

CLASSIFICAÇÃO GEOMECÂNICA PARA MATERIAIS VULCÂNICOS

Dr. Mauro Muñiz
D. Javier González-Gallego
(CEDEX-Mº de Fomento)

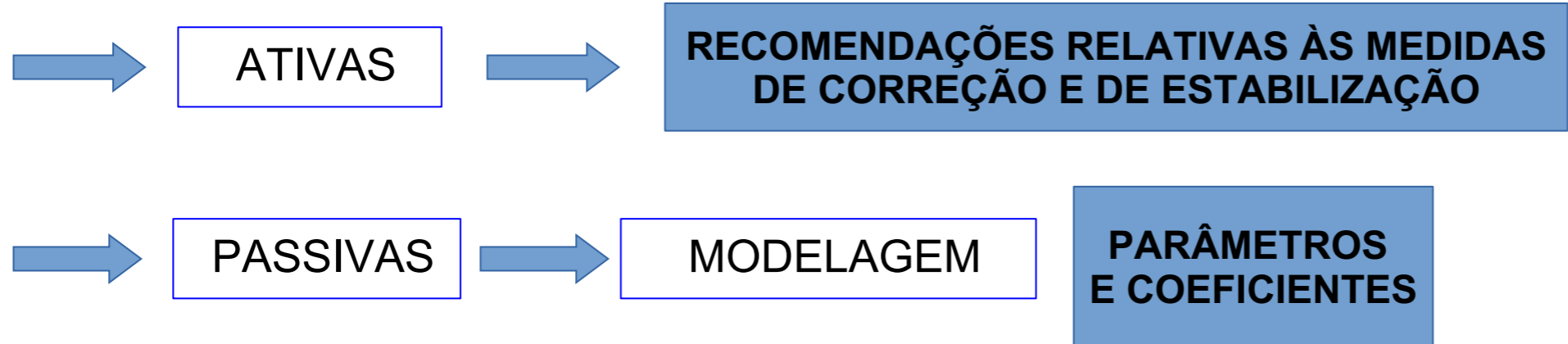
2. ANALISE DE RISCOS

Métodos Qualitativos: IRTV & VRHRS

Métodos quantitativos: JTC1 & Wyllie (2015)

Dr. Luis I. González de Vallejo
D. Sergio Leyva Campos

3. DESENHO DE SOLUÇÕES



CLASIFICACIÓN GEOMECÁNICA PARA TALUDES EN ROCAS VOLCÁNICAS						
Resistencia de la roca	Matriz rocosa (Mpa)	>250	250-100	100-50	50-25	<25
	Grado de soldadura de los piroclastos	No pueden ser separados individualmente	Se separan con dificultad con la punta del martillo	Se separan al rasparlos con la punta del martillo	Se separan con dificultad con la mano	Se separan fácilmente con la mano
	Puntos	15	12	8	4	0
Tamaño de Bloque	VB m ³ (cubo de lado cm)	>10m ³ (200)	0,2-10m ³ (80-200)	0,01-0,2m ³ (80-20)	0,0002-0,01m ³ (20-6)	<0,0002m ³ (<6)
	Puntos	5	3	2	1	0
Estado de las juntas		Muy rugosas No continuas Cerradas Bordes sanos y duros	Algo rugosas Separación < 1mm Bordes algo meteorizados	Algo rugosas Separación < 1mm Bordes muy meteorizados	Espejos de falla o relleno < 5 mm ó separación 1-5 mm Continuas	Relleno blando > 5 mm ó separación > 5 mm Continuas
	Puntos	5	3	2	1	0
Buzamiento de las discontinuidades		<20°	20°-30°	30°-35°	35-45°	>45°
	Puntos	15	12	8	4	0
Heterogeneidad del macizo IH		0	1-35	35-70	70-100	>100
	Puntos	8	6	4	2	0
Altura del talud		<5m	5-10m	10-20m	20-30m	>30m
	Puntos	12	9	6	3	0
Pendiente del talud		<45°	45°-60°	60°-75°	75°-90°	>90
	Puntos	5	4	3	2	0
Regularidad de la superficie, susceptibilidad a la erosión		Superficie lisa, sin capas erosionables ni huecos/viseras	Pocas irregularidades algunos huecos/viseras <25cm de profundidad alguna capa algo erosionable	Algo irregular Bastantes Huecos/viseras de 25 a 50cm de profundidad Varias capas susceptibles a la erosión erosión	Bastante irregular Más el 50% del talud ocupado por huecos/cavidades/viseras de 50cm a 1m Algunas capas con alta susceptibilidad a la erosión	Muy irregular más del 50% del talud ocupado por cavidades/viseras >1m de profundidad Muchas Capas con alta susceptibilidad a la erosión
	Puntos	6	4	3	2	0
Tamaño de bloque inestable (φ)		0,1m	0,1m-0,3m	0,3m-1m	1m-3m	>3m
	Puntos	20	15	10	5	0
Espesor de las capas		>10m	10-6m	6-3m	1-3m	<1m
	Puntos	7	5	4	2	0
	Total	100 - 80	80 - 60	60 - 40	40 - 20	20 - 0
	Grado de estabilidad	I	II	III	IV	V

Autores: Dr. Mauro Muñiz & D. Javier González-Gallego (CEDEX-Mº de Fomento)



Proposta de medidas preventivas para controle e proteção de encostas

4.2 Medidas de control y protección 4.2.3 Medidas activas o de estabilización

Descripción: Los bulones son sistemas para anclar de manera permanente la roca al talud. Se pueden considerar anclajes pasivos de baja capacidad. Se instalan en el terreno introducidos en perforaciones rellenas con resina o mortero. El sostenimiento de la inestabilidad se consigue por medio de una placa roscada en el extremo exterior de la barra que se aprieta contra la roca.

Características técnicas: Tienen longitudes que oscilan entre los 3 y los 8 metros y diámetros que van de los 20 a los 40 mm. La carga admisible de estos bulones está entre 5 y 15 toneladas por bulón.

Usos y aplicaciones: Se utiliza en situaciones de riesgo elevado, como es la caída de bloques ya sea por vuelco o por erosión superficial. Se emplean con objeto de minimizar los desprendimientos por rotura a lo largo de fisuras superficiales.

Ventajas:
 Permiten anclar rocas que no se pueden retirar mediante saneo debido a sus dimensiones.

Inconvenientes: Menos efectivos en suelos o rocas blandas.
 Vida útil limitada por los efectos de la corrosión.
 La ejecución de los trabajos se complica cuando la zona a tratar es de difícil acceso.



Figura 4.2.2 Bulón.

Recomendaciones: Realizar un buen levantamiento geomecánico del talud para verificar el espesor del bloque o zona a tratar y la estabilidad del macizo que ha de soportar el anclaje del bulón, de manera que los bulones tengan las dimensiones adecuadas en cuanto a longitud y diámetro.

Normativa aplicable:
 -UNE 22781:1985 Bulonado. Bulones de anclaje puntual.
 -EN 795:2012 Equipos de protección individual contra caídas. Dispositivos de anclaje (Ratificada por AENOR en octubre de 2012.)



FASE III **Gestão de riscos**

OUTUBRO 2019

Ações necessárias para reduzir o risco para valores aceitáveis

1. RISCO REMANESCENTE

2. RELAÇÃO ENTRE AS ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS E A
INCIDÊNCIA NA OCORRÊNCIA DE MOVIMENTOS DE ENCOSTAS

3. EXPERIÊNCIAS PILOTO



muito obrigado