



Universidade Federal de Ouro Preto – UFOP
Escola de Minas – EM
Centro Tecnológico de Geotecnia Aplicada - CTGA



Roteiro e Normas Gerais para

Ensaio de Carga Pontual

(Point Load Test – PLT)

Ouro Preto, Maio / 2020

SUMÁRIO

1. Introdução.....	3
2. Preparação dos Corpos de Prova.....	4
3. Instrumentação.....	5
4. Instalação/Aferição do Aparelho.....	7
5. Execução dos Ensaios.....	7
6. Cálculos.....	8
7. Cuidados com os Equipamentos.....	9
8. Considerações Finais.....	10
Referências Bibliográficas.....	10

1. INTRODUÇÃO

O presente documento foi elaborado pelo Técnico Administrativo em Educação (TAE) Luiz Henrique Cardoso, responsável pelo Laboratório de Mecânica das Rochas do Centro Tecnológico de Geotecnia Aplicada (CTGA) da Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP). Trata de um roteiro técnico prático que apresenta as orientações necessárias para o Ensaio de Carga Pontual, de forma objetiva aos usuários do laboratório. Para tanto, é ressaltado que não há normas nacionais para este ensaio. Assim, o referencial técnico aqui é baseado em Normas Espanholas (UNE), Sociedade Internacional de Mecânica das Rochas (ISRM) e em Eurocódigos que são Normas Europeias Experimentais. É ressaltado também que as informações aqui apresentadas são para uso restrito na UFOP.

O Ensaio de Carga Pontual, também denominado Point Load Test (PLT), objetiva determinar o índice de resistência de uma amostra padronizada em 50 mm de diâmetro ($I_{s(50)}$). A Sociedade Internacional de Mecânica de Rochas (ISRM, 1985 - Suggested Method for Determining Point Load Strength) define a metodologia utilizada para a realização do PLT.

Este ensaio pode ser utilizado como subsídio para determinação da resistência à compressão e à tração de rochas. Além disso, pode determinar o índice de anisotropia da rocha ($I_{a(50)}$) que é a razão entre as forças de carga pontual em direções que dão os maiores e menores valores.

O fato de ser destrutivo é um inconveniente quando são necessários muitos ensaios. Por ser um ensaio de rápida e fácil execução, pode ser realizado tanto em laboratório quanto em campo, com amostras frescas de formato irregular, próximo ou no mesmo local de sua ocorrência. A necessidade de fazer muitos ensaios é devida à heterogeneidade aleatória das rochas, portanto, entre as duas pontas de carga pode existir uma seção de mais fraqueza, ou não. Conforme a UNE 22950-5 (1996), os ensaios PLT incluem os testes:

- (1) Diametral;
- (2) Axial;
- (3) de bloco;
- (4) de fragmentos (ou blocos irregulares);

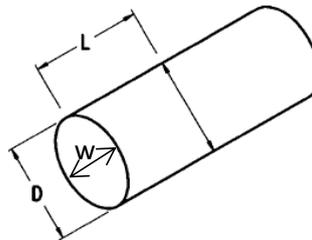
2. PREPARAÇÃO DOS CORPOS DE PROVA

- (1) Uma amostra de teste é definida como um conjunto de espécimes de rochas, ou corpos de prova (cps), de forma semelhante para a qual há uma única carga pontual;
- (2) A amostra de ensaio do núcleo, ou fragmentos de rocha, deve conter amostras suficientes em conformidade com o tamanho e requisitos de forma para os testes diametral, axial, bloco e bloco irregular;
- (3) A distância entre um dos pontos de aplicação de carga até a borda livre mais próxima do corpo de prova (cp), a distância entre os pontos de aplicação de carga e a largura das amostras são definidos, respectivamente, como L, D e W. As relações entre essas grandezas são:

$$L > 0,5 D;$$

$$0,3 W < D < W;$$

$$W = (W_1 + W_2) / 2;$$



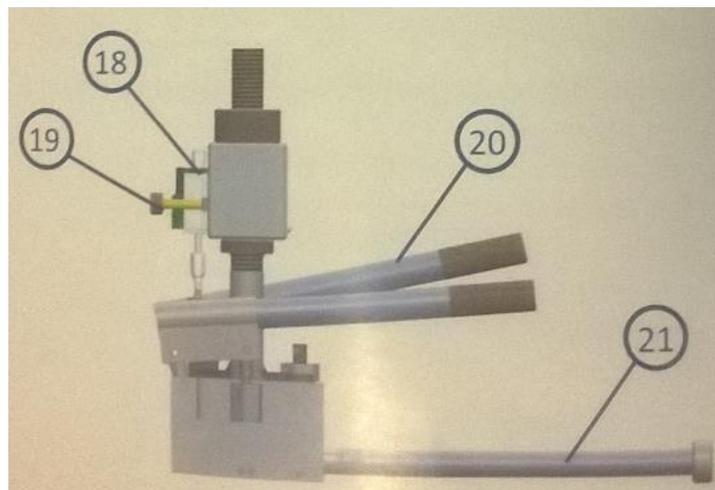
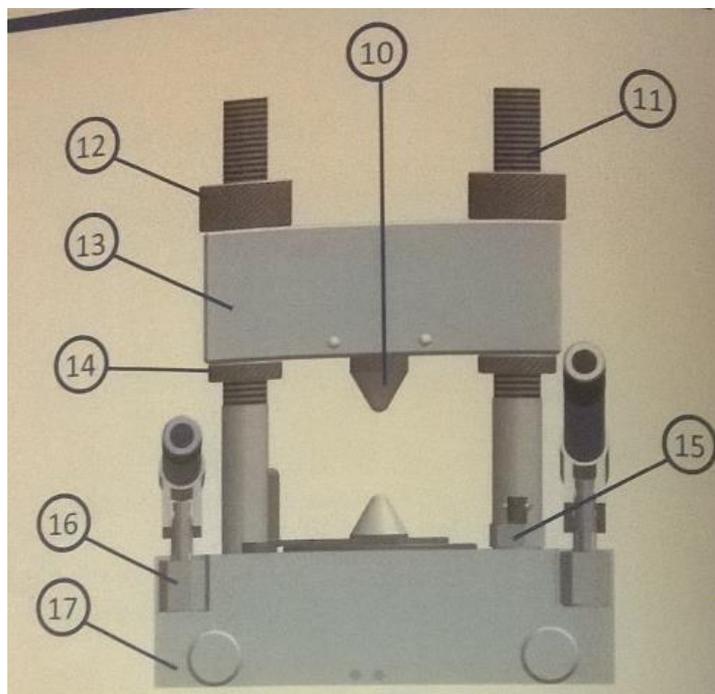
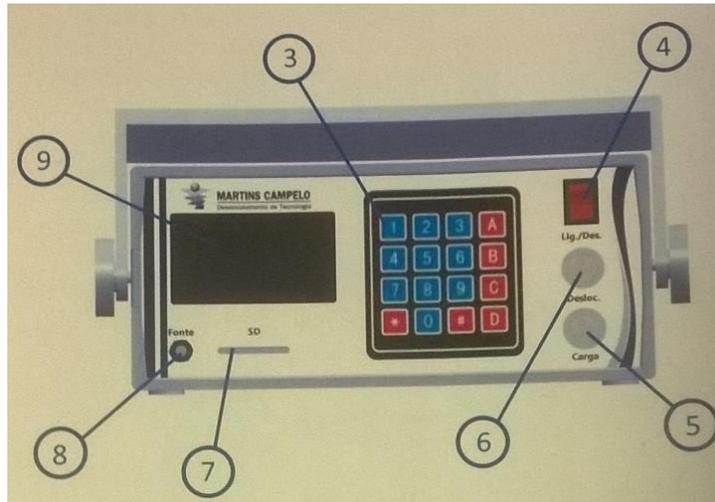
Onde W_1 e W_2 são, respectivamente, as larguras mínima e máxima de blocos irregulares;

- (4) O Eurocódigo 7/ Proyecto Geotécnico baliza, no mínimo, cinco ensaios por amostras, e a média dos valores será suficientemente representativa. Mas, a preferência, segundo a (ISRM, 1985), deve ser de pelo menos dez ensaios por amostra, inclusive, se ela for heterogênea ou anisotrópica;
- (5) No teste diametral, a razão L / D das amostras deve ser superior a 1,0;
- (6) Amostras de núcleo com razão L / D entre 0,3 e 1,0 são adequados para testes axiais;
- (7) Blocos de rocha ou pedaços de dimensões 50 ± 35 mm são adequados para o bloco regular e o irregular. A relação D / W deve estar entre 0,3 e 1,0, de preferência próximo a 1,0;
- (8) Quando uma amostra de rocha apresenta foliação, acamamento ou outro modo observável anisotrópico, deve ser testado em direções que dão o maior e o menor valor de carga, em geral paralelas e normais aos planos de anisotropia.

3. INSTRUMENTAÇÃO

O sistema do CTGA para realização do ensaio PLT é automatizado, foi adquirido da empresa nacional Martins Campelo, que também é responsável pela manutenção, e inclui os seguintes componentes os quais são identificados nas figuras da página seguinte:

- (1) Bateria;
- (2) Sistema de aquisição e edição de dados;
- (3) Teclado para navegação;
- (4) Botão Liga/Desliga;
- (5) Entrada para célula de carga;
- (6) Entrada para sensor de deslocamento;
- (7) Entrada para cartão de memória;
- (8) Entrada para carregador de bateria;
- (9) Display de cristal líquido;
- (10) Ponteira cônica de aplicação de carga;
- (11) Coluna de tração com rosca para ajuste da base móvel;
- (12) Porca superior de ajuste da base móvel;
- (13) Base superior móvel;
- (14) Porca inferior de ajuste da base móvel;
- (15) Válvula abre/fecha do sistema hidráulico de aplicação de força;
- (16) Injetor hidráulico manual;
- (17) Base inferior fixa;
- (18) Medidor de deslocamento;
- (19) Parafuso de fixação do medidor de deslocamento;
- (20) Alavanca de aplicação de força;
- (21) Haste para aplicação de força.



Sistema automatizado para ensaio PLT. Fonte: Martins Campelo.

4. INSTALAÇÃO/AFERIÇÃO DO APARELHO

- (1) Colocar a prensa em base horizontal e plana;
- (2) Enroscar os pés de apoio na base inferior colocando a proteção de acrílico;
- (3) Conectar as alavancas nos injetores;
- (4) Prender o medidor de deslocamento de força na parte traseira da prensa;
- (5) Certificar se a ponta do medidor de deslocamento está em contato com o anteparo do pistão aplicador de força;
- (6) Conectar os cabos de medição de carga e deslocamento;
- (7) Verificar se o cartão de memória está conectado antes de ligar o sistema.

5. EXECUÇÃO DOS ENSAIOS

Os passos da execução dos ensaios devem ser seguidos na ordem que são descritos:

- (1) Ligar o indicador digital por meio da chave geral. Na tela inicial aparecerão os itens: carga, deslocamento e novo ensaio. Neste último item selecionar “PLT” digitando “A” no teclado. OBS: Ao digitar “D” aparecerá o menu de configurações (e.g. ajuste de data e hora, calibração de carga e calibração de deslocamento). Os caracteres *, #, 0 e 9 executam os comandos, respectivamente, voltar/deletar/corriger, enter/avançar, zerar carga e zerar deslocamento;
- (2) Após selecionada a opção “PLT”, definir qual tipo de teste: 1 = diametral, 2 = axial, 3 = prismático e 4 = prismático irregular;
- (3) Definir as dimensões do cp com inputs pelo teclado;
- (4) Preencher o número do cp para identificação da amostra;
- (5) Nova tela será aberta com indicação de carga e deslocamento e as opções: iniciar ensaio e voltar à tela anterior;

- (6) Posicionar a amostra, zerar os indicadores e pressionar “#” para iniciar o ensaio;
- (7) A aplicação da carga é realizada de forma manual por meio de haste acoplada ao injetor hidráulico. Carga e deslocamento serão registrados até a finalização do ensaio. Tal registro iniciará pela variação de carga manual. O tempo de execução do ensaio também será registrado. Um ponto piscando intermitente sinalizará o ensaio em execução. Ao clicar em “*” finaliza-se o ensaio.

6. CÁLCULOS

O cálculo para determinação da resistência à carga pontual requer correção. Portanto a resistência à carga pontual sem correção é dada pela seguinte equação:

$$I_s = P / D_e^2$$

Onde,

I_s = resistência à carga pontual sem correção;

P = carga (kN);

D_e = diâmetro equivalente (mm), onde,

$D_e^2 = D^2$ para testes diametrais;

$D_e^2 = 4A/\pi$ para os testes axiais, de blocos e de fragmentos irregulares;

A = área mínima da seção transversal que contém os pontos de aplicação de carga.

A resistência à carga pontual com correção é dada pela seguinte equação em função do tamanho das amostras, variação de D_e , objetivando um único valor de resistência:

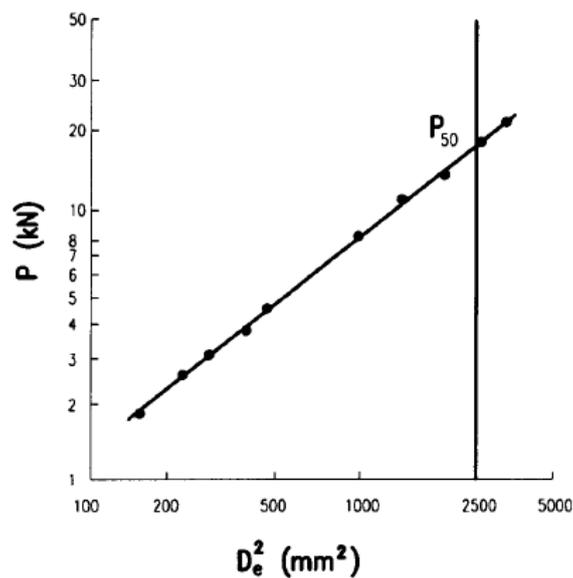
$$I_{s(50)} = F \cdot I_s$$

Onde,

$I_{s(50)}$ = índice de resistência de uma amostra padronizada em 50 mm de diâmetro;

$F = (D_e/50)^{0,45}$ = correção de tamanho

Um método para se obter $I_{s(50)}$, é o procedimento gráfico, onde foram plotados diversos pares coordenados ($x = D_e^2$, $y = P$). A partir daí, foi plotada a reta linear de ajuste conforme a figura abaixo, de forma que foi encontrado $D_e^2 = 2500 \text{ mm}^2$, relativamente à carga P_{50} . Portanto, neste caso, **$I_{s(50)} = P_{50} / 2500$** .



7. CUIDADOS COM OS EQUIPAMENTOS

- (1) Se houver falha na leitura do cartão de memória, aparecerá na tela um aviso “ATENÇÃO! ERRO SD CARD”. A solução é pressionar qualquer tecla para voltar à tela inicial, desligar o aparelho, e certificar da correta conexão do cartão;
- (2) Limpar o excesso de detritos oriundos dos rompimentos de amostras em ensaios consecutivos;
- (3) Ter cuidado com os cones que ficam em contato com o cp, responsáveis pela transmissão de força a ele, pois as porcas de ajuste da base superior móvel devem ser ajustadas de forma que após o rompimento do cp, os cones não se choquem um ao outro. Esse ajuste é adquirido com tempo de experiência nos ensaios;

- (4) Para carregar a bateria, seguir a sequência de procedimentos: desligar o indicador digital; conectar o cabo do carregador ao plugue fonte; conectar os pluges banana ao carregador (**conectar os pinos aos sockets de mesma cor, caso contrário poderá haver danos irreversíveis ao equipamento**); conectar o cabo de alimentação ao conector de alimentação; ligar em tomadas AC 100 - 240V. OBS: O led verde piscando, verde e vermelho são atribuídos, respectivamente, ao status: leitura de bateria/bateria desconectada, bateria carregando e bateria totalmente carregada;
- (5) Tomar cuidado com a correta instalação dos transdutores de deslocamentos variáveis lineares (lvdts) para não danificá-los.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As normas aqui referenciadas foram repassadas do docente coordenador do laboratório de Mecânica das Rochas do CTGA e revisor deste documento, PhD. Pedro Alameda, ao TAE que o elaborou. O laboratório disponibiliza uma planilha para preenchimento e tratamento dos dados levantados pelos ensaios. Para maiores informações, consultar as normas e recomendações listadas nas referências a seguir.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Eurocódigo 7, Proyecto Geotécnico, Parte 2 Proyecto asistido por ensayos de laboratorio. 110 p, 1997-2.

ISRM, Suggested method for determining point load strength- ISRM Commission on Testing Methods, Working Group on Revision of the Point Load Test Method, Int. J. Rock Mech. Min.Sci. & Geomech. Abstr., 22.,2, 51-60, 1985.

UNE 22950-5, Propiedades mecánicas de la rocas, Ensayos para la determinación de la resistencia, Parte 5: Resistencia a carga puntual. 14 p, 1996.

**TAE/UFOP MSc. Luiz Henrique Cardoso / SIAPE: 1.340.856
Ouro Preto, 22 de Maio de 2020.**