



INSTITUTO
SUPERIOR
TÉCNICO

Topografia Aplicada

Ana Paula Falcão/ João Matos

Departamento de Engenharia Civil e Arquitectura

(Versão 1.0) – 17 de Maio de 2007

Motivação

Este documento é unicamente ilustrativo de aspectos práticos de Topografia aplicada à Engenharia Civil.

As intervenções e equipamentos aqui referidos incidem na fase de implantação do projecto e execução da obra. A componente de preparação da cartografia antecedendo a elaboração do projecto e a monitorização de deslocamentos após a construção são abordadas noutras partes do programa.

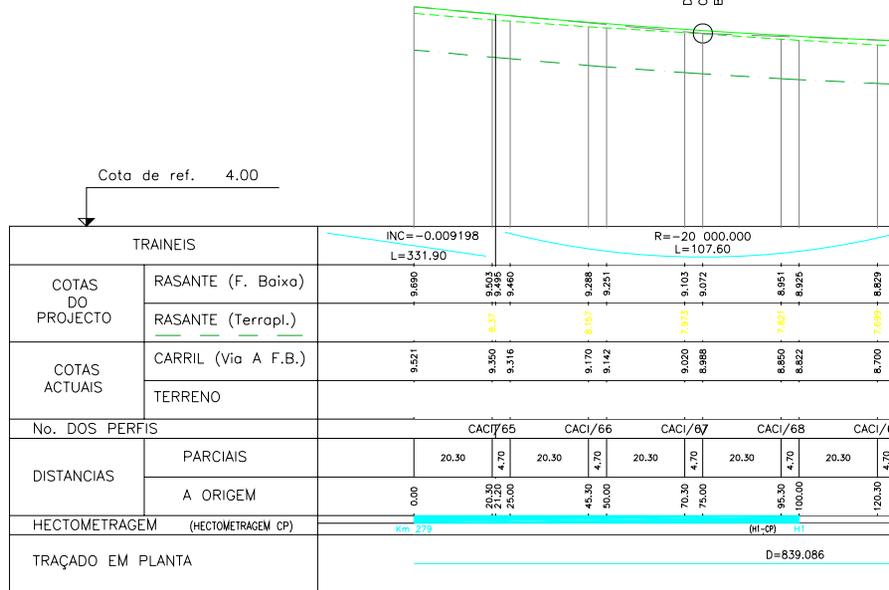
Implantação

A implantação consiste na materialização sobre o terreno das posições de pontos notáveis do projecto. Envolve, além da materialização propriamente dita, a construção de sistemas de apoio topográfico.

EXEMPLO: SEQUÊNCIA DAS PRÁTICAS TOPOGRÁFICAS NAS CONSTRUÇÃO DE VIAS DE COMUNICAÇÃO

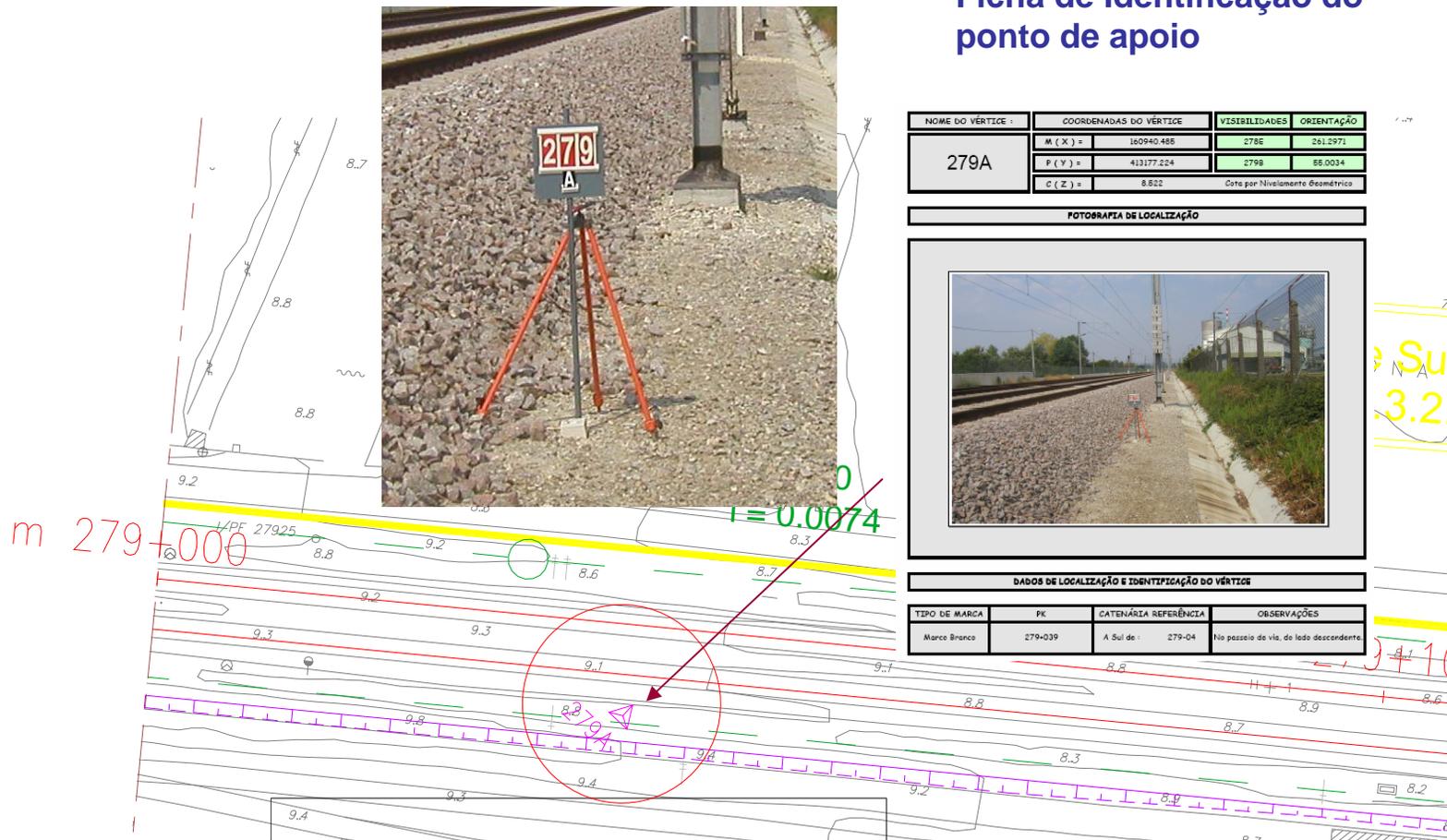
1. Criação do sistema de apoio para a execução da obra (poligonal ou outro tipo de pontos de apoio);
2. Implantação do eixo e levantamento de perfis do relevo original para verificação das quantidades previstas no projecto.
3. Marcação definitiva dos limites para expropriação ou limite da intervenção;
4. Implantação de estacas para aterro ou escavação (taludes, banquetas, plena via, etc);
5. Medição e cálculo (normalmente mensal) de volumes extraídos ou aterrados para facturação;
6. Quando se chega ao fundo de caixa, começa a marcação das camadas que constituem a via de comunicação (implantação da base);
7. Materialização de pontos, nivelamento geométrico, para colocação dos betuminosos (asfaltos);
8. Marcação da sinalização;
9. Telas finais: desenhos finais da obra, com todas as alterações (plantas e perfis). Este trabalho pode implicar que sejam feitos alguns levantamentos no final da obra.

Representação da planta e perfil do projecto de linha ferroviária (cerca de 1 km)



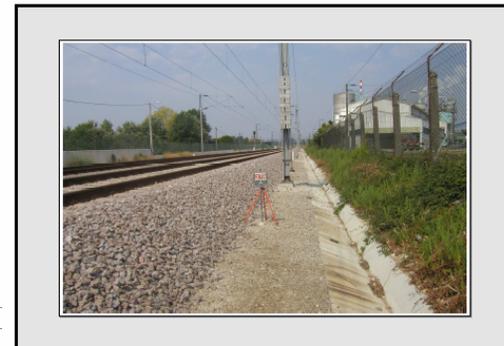
PROJECTO: MATERIALIZAÇÃO DOS SISTEMAS DE APOIO

Ficha de Identificação do ponto de apoio



NOME DO VÉRTICE :	COORDENADAS DO VÉRTICE	VISIBILIDADES	ORIENTAÇÃO
279A	M (X) =	160940.488	27SE 261.2971
	P (Y) =	413177.224	2798 86.0034
	C (Z) =	8.822	Cota por Nivelamento Geométrico

FOTOGRAFIA DE LOCALIZAÇÃO



DADOS DE LOCALIZAÇÃO E IDENTIFICAÇÃO DO VÉRTICE

TIPO DE MARCA	PK	CATENÁRIA REFERÊNCIA	OBSERVAÇÕES
Marco Branco	279-039	A Sul de : 279-04	No passeio de vis. do lado descendente.

Exemplo de um ponto de apoio: pilarete em cimento

MATERIALIZAÇÃO DAS LINHAS DO PROJECTO

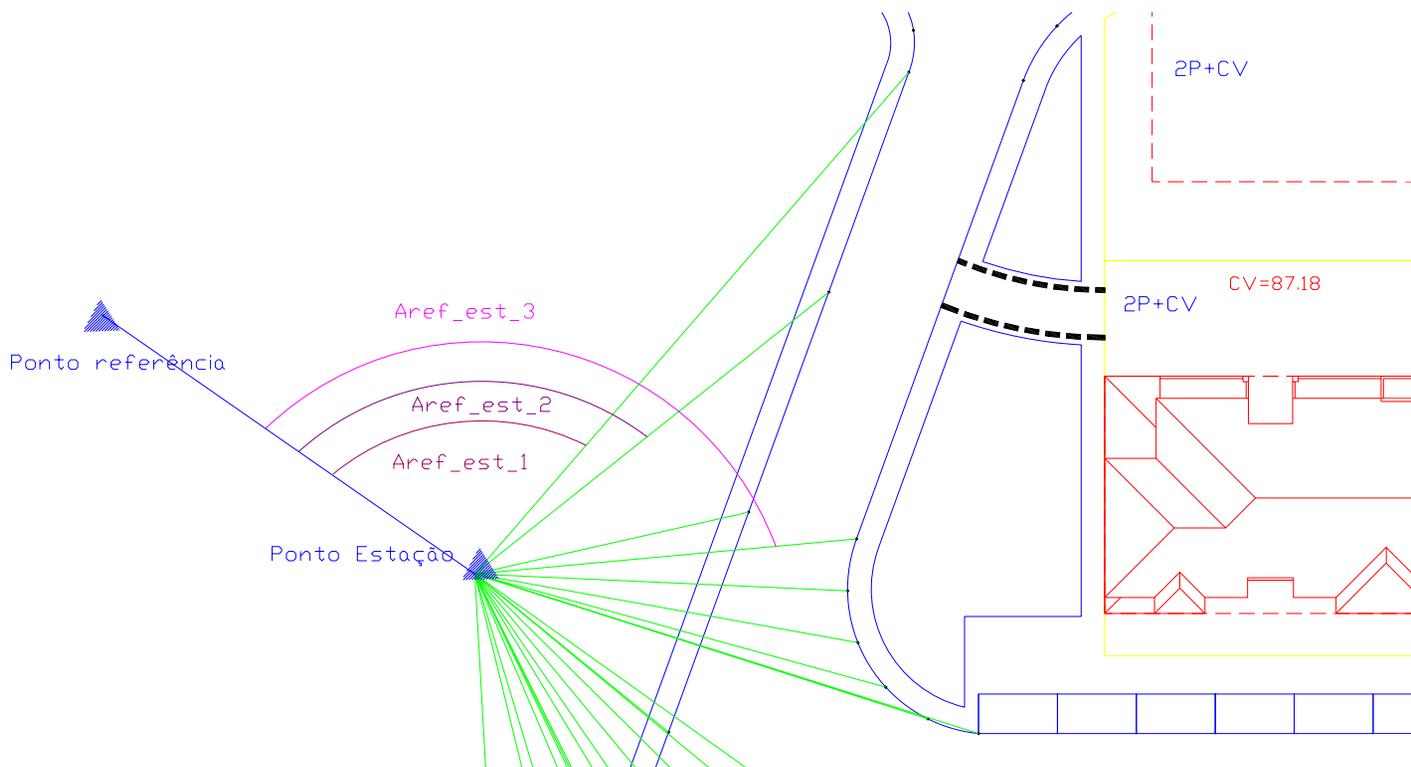
DADOS:

coordenadas
cartográficas



CALCULADOS:

ângulos azimutais orientados e
distâncias



EXEMPLO: IMPLANTAÇÃO DE VIAS DE COMUNICAÇÃO

ELEMENTOS GEOMÉTRICOS DO TRAÇADO EM PLANTA:

ALINHAMENTOS RECTOS

comprimento

azimute cartográfico

CURVAS CIRCULARES (LIGAM ALINHAMENTOS RECTOS)

raio de curvatura

ângulo de deflexão

comprimento do arco

CURVAS DE TRANSIÇÃO OU CURVAS DE CONCORDÂNCIA (LIGAM ALINHAMENTOS RECTOS A CURVAS CIRCULARES)

Ex: CLOTÓIDE, CURVA REVERSA, LACETE

CURVAS CIRCULARES

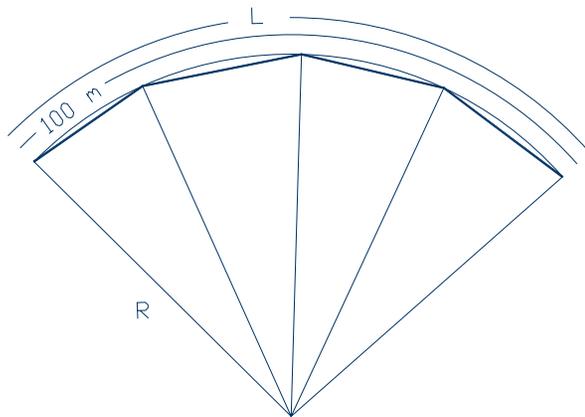
raio de curvatura (R)

ângulo de deflexão (I)

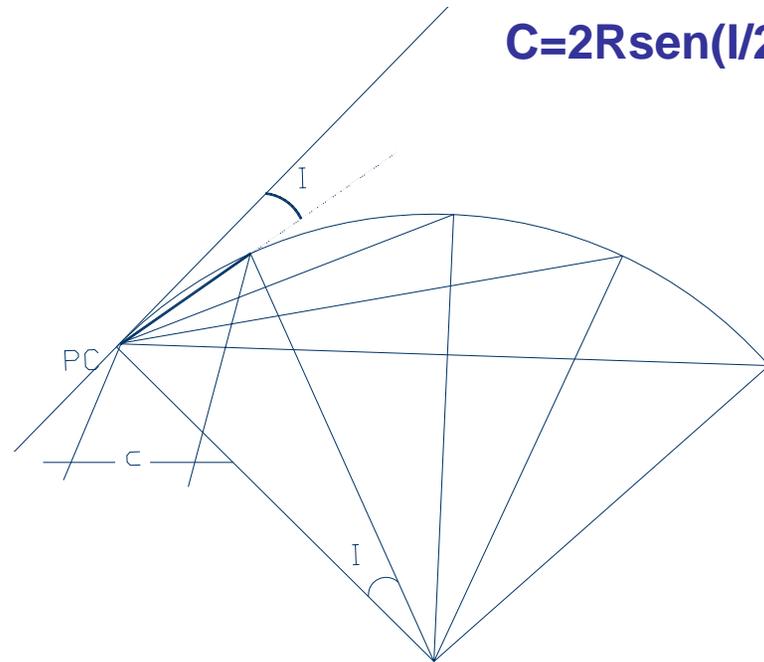
comprimento do arco (L)

$$I = L/R$$

$$C = 2R \text{sen}(I/2)$$

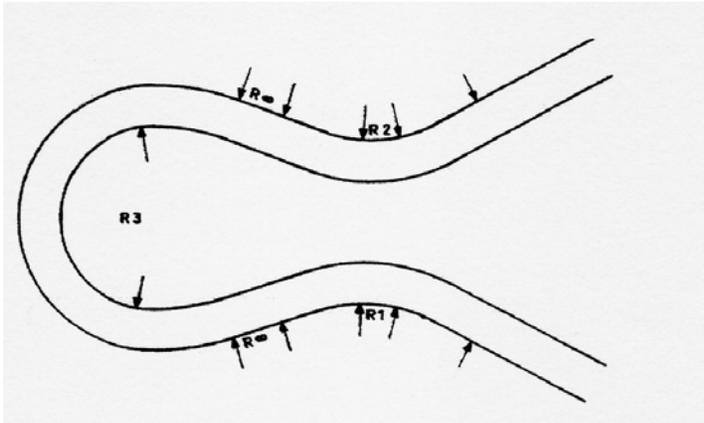


Geometria da curva circular

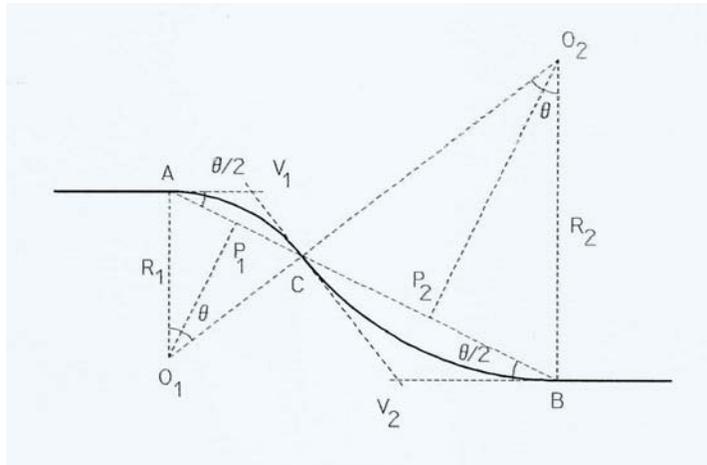


Implantação da curva circular

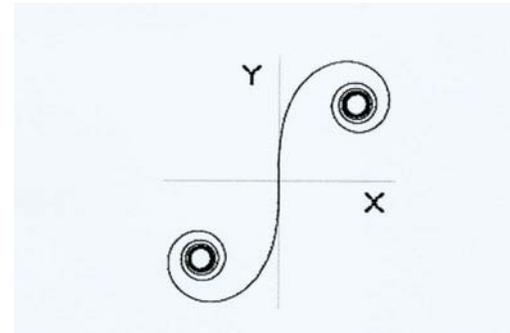
CURVAS DE TRANSIÇÃO



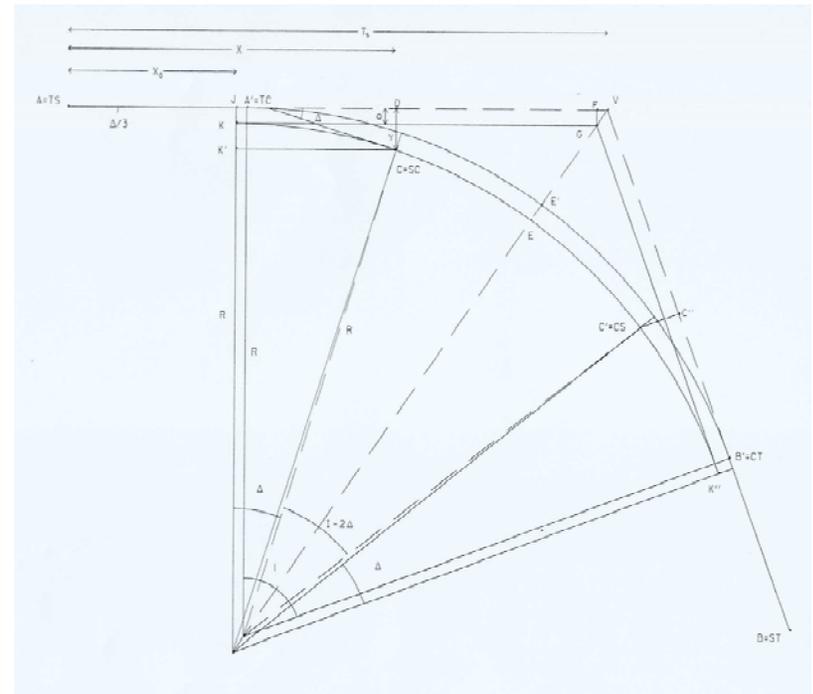
Lacete



Curva reversa



Clotóide



Geometria da clotóide

Equipamento

Além do equipamento genérico de posicionamento terrestre são utilizados sistemas de posicionamento adaptados ao apoio à construção.

EQUIPAMENTO TOPOGRÁFICO ALTERNATIVO PARA CONSTRUÇÃO

Níveis laser

Sistemas integrados com laser e ultra-sons

Sistemas integrados com estação total (3D-LPS)

Sistemas integrados com GPS (3D-GPS)

FUNCIONAMENTO DO LASER



Planos horizontais / Planos
Verticais
Pendientes
Receptores laser para máquinas

RECEPTORES LASER PARA MÁQUINAS



O raio chega mais
baixo...
A lâmina deverá baixar
para nivelar



O raio chega ao cen-
tro...
Não necessita corri-
gir para nivelar



O raio chega mais
alto...
A lâmina deverá
subir para nivelar

RECEPTORES LASER PARA MÁQUINAS

Receptor LS-B2



Para Retro escavadoras

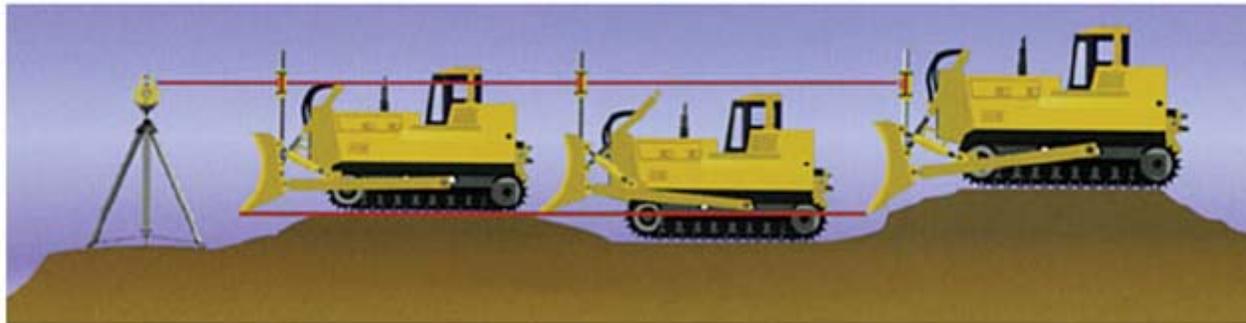


Para Compactadoras



Para Bulldozer com controlo automático (ou visual)

SISTEMAS AUTOMATIZADOS COM LASER E ULTRA-SONS



APLICAÇÕES:

Construção de estradas, pistas de aeroportos,
campos de futebol, taludes,...

SISTEMAS INTEGRADOS COM ESTAÇÃO TOTAL 3D-LPS (LOCAL POSITIONING SYSTEM)



FUNCIONAMENTO:

Instala-se em cada máquina um prisma reflector, que vai sendo sucessivamente observado por uma estação total robotizada;

Calculam-se as coordenadas topográficas do prisma reflector e compara-se com as coordenadas de projecto;

A estação total emite um raio laser exactamente à cota de projecto, recebido por um receptor colocado na máquina que sobe ou desce até encontrar o raio enviado pela estação total.

SISTEMAS INTEGRADOS COM ESTAÇÃO TOTAL

3D-GPS (GLOBAL POSITIONING SYSTEM)



FUNCIONAMENTO:

Instala-se um receptor GPS num ponto de coordenadas conhecidas a processar os dados em tempo real e a enviar as correcções;

Coloca-se um receptor na máquina que recebe as correcções diferenciais e calcula as posições corrigidas dos pontos

Comparam-se as coordenadas obtidas com as coordenadas projecto e procede-se às respectivas alterações;



3D-GPS (GLOBAL POSITIONING SYSTEM)



Antena MC-A1
Ref. 99320000

Antena MC-A2 dual para controlar
a inclinação da lâmina
Ref. 99310000

VANTAGENS DO 3D-GPS RELATIVO AO 3D-LPS

1. Não necessita visibilidade entre bases;
2. Uma estação pode controlar várias máquinas;
3. Não necessita de operador.

Questões de consolidação e revisão de conhecimentos

Porque razão o sistema de apoio utilizado no levantamento topográfico inicial deve permanecer até à fase de implantação da obra ? O que poderá acontecer se os sistemas de apoio forem distintos ?

No caso de o projecto ser baseado em cartografia Hayford Gauss Datum 73, que procedimentos têm que ser realizados para uma implantação com GPS ?

Sugestões de Pesquisa

<http://www.trimble.com>

<http://www.leica-geosystems.com>

<http://www.topconpositioning.com/>