

## Assistència tècnica:

- Actius  
geotècnics -



Expedient:

**PTOP-2026-50**

Data de redacció

**Setembre 2025**

Documents

**Plec de prescripcions  
tècniques**

Autor

**Direcció General  
d'Infraestructures de  
Mobilitat**

**ASSISTÈNCIA  
TÈCNICA AL  
SISTEMA DE GESTIÓ  
D'ACTIUS  
GEOTÈCNICS DE LA  
XARXA DE  
CARRETERES DE LA  
GENERALITAT DE  
CATALUNYA EN  
FASE D'EXPLOTACIÓ**



Generalitat de Catalunya  
Departament de Territori, Habitatge  
i Transició Ecològica  
**Direcció General  
d'Infraestructures de Mobilitat**

**PLEC DE PRESCRIPCIONS TÈCNIQUES PARTICULARS DEL CONTRACTE DE SERVEIS  
PER A L'ASSISTÈNCIA TÈCNICA AL SISTEMA DE GESTIÓ D'ACTIUS GEOTÈCNICS DE LA  
XARXA DE CARRETERES DE LA GENERALITAT DE CATALUNYA EN FASE  
D'EXPLOTACIÓ**

|                                                                                                                        |           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1. NECESSITAT ADMINISTRATIVA I OBJECTE D'APLICACIÓ .....</b>                                                        | <b>2</b>  |
| <b>2.1. ACTORS QUE INTERVENEN EN EL DESENVOLUPAMENT DEL CONTRACTE I<br/>FORMA DE RELACIONAR-SE ENTRE ELLS .....</b>    | <b>2</b>  |
| 2.1.1. <i>El responsable del contracte</i> .....                                                                       | 2         |
| 2.1.2. <i>El contractista</i> .....                                                                                    | 3         |
| <b>2.2. RELACIONS DEL CONTRACTISTA AMB L'ADMINISTRACIÓ .....</b>                                                       | <b>3</b>  |
| <b>3. DESCRIPCIÓ DELS TREBALLS .....</b>                                                                               | <b>3</b>  |
| <b>3.1. DEFINICIONS .....</b>                                                                                          | <b>3</b>  |
| 3.1.1. <i>Actiu geotècnic</i> .....                                                                                    | 3         |
| 3.1.2. <i>Sistema de Gestió d'Actius Geotècnics (SGAG)</i> .....                                                       | 4         |
| <b>3.2. TASQUES ASSIGNADES AL SISTEMA DE GESTIÓ D'ACTIUS GEOTÈCNICS .....</b>                                          | <b>4</b>  |
| 3.2.1. <i>Lot 1. Investigació geotècnica. Assaigs de camp, assaigs de laboratori i<br/>auscultació.</i> .....          | 5         |
| 3.2.2. <i>Lot 2. Assistència tècnica 24/7 d'especialistes en riscos geològics i<br/>geotècnics.</i> .....              | 8         |
| 3.2.3. <i>Lot 3. Inspeccions bàsiques, principals i especials del Sistema de Gestió<br/>d'Actius Geotècnics.</i> ..... | 9         |
| <b>4. INSTRUMENTS DE PROGRAMACIÓ I SEGUIMENT DELS TREBALLS .....</b>                                                   | <b>10</b> |
| 4.1. SISTEMA DE GESTIÓ D'ACTIUS GEOTÈCNICS .....                                                                       | 10        |
| 4.2. PROGRAMACIÓ DELS TREBALLS .....                                                                                   | 10        |
| <b>5. SEGURETAT I SALUT EN ELS TREBALLS .....</b>                                                                      | <b>11</b> |
| <b>6. ORGANITZACIÓ I MITJANS DEL CONTRACTISTA .....</b>                                                                | <b>11</b> |
| <b>7. COMPROVACIÓ DEL COMPLIMENT DEL CONTRACTE.....</b>                                                                | <b>12</b> |
| <b>8. VALORACIÓ DELS TREBALLS .....</b>                                                                                | <b>12</b> |
| 8.1. PREUS UNITARIS .....                                                                                              | 12        |
| 8.2. TERMINI DEL CONTRACTE .....                                                                                       | 13        |
| 8.3. DADES ECONÒMIQUES.....                                                                                            | 13        |
| 8.4. AMIDAMENT .....                                                                                                   | 14        |
| 8.5. ABONAMENT .....                                                                                                   | 14        |

**ANNEXOS:**

Annex. 1 Pressupost

Annex 2. Instruccions generals per a treballs geològic-geotècnics.

Annex 3. Instruccions 3/2018

## **1. NECESSITAT ADMINISTRATIVA I OBJECTE D'APLICACIÓ**

El present plec té per objecte descriure els treballs i enumerar les tasques de l'assistència tècnica, definir les condicions i criteris tècnics que han de servir-ne de base i concretar els documents i els treballs en la realització dels quals han d'intervenir l'equip contractat

L'objecte del present contracte és l'assistència tècnica al Sistema de Gestió d'Actius Geotècnics a la xarxa de carreteres de la Generalitat de Catalunya.

Els trams de carreteres associats a aquest contracte són els inclosos dins l'àmbit de tota la xarxa de carreteres de la Generalitat de Catalunya i zones d'afectació, definides al Decret Legislatiu 2/2009, de 25 d'agost, pel qual s'aprova el Text refós de la Llei de carreteres.

Aquest contracte respon a la necessitat de garantir les tasques necessàries per al manteniment del Sistema de gestió d'Actius Geotècnics, com a eina de d'inspecció, avaluació, priorització i gestió de les actuacions de conservació de la DGIM.

Aquest sistema permet un estat correcte de conservació, manteniment i millora contínua de les carreteres de titularitat de la Generalitat de Catalunya gestionades directament pel seu Departament de Territori, Habitatge i Transició Ecològica mitjançant la Direcció General d'Infraestructures de Mobilitat (DGIM), assegurant, en tot moment, les condicions mínimes de seguretat i funcionalitat d'aquestes carreteres, de conformitat amb les condicions particulars i les característiques tècniques i objectives que figuren en aquest PPT.

Les tasques, procediments i protocol d'actuació descrites en aquest PPT s'emmarquen dins la Instrucció DGIM/3/2018, sobre la gestió d'incidències per a desprendiment i esllavissades i el Procediment de Gestió d'incidències per desprendiments i esllavissades (Annex. 3)

## **2. DISPOSICIONS GENERALS**

### **2.1. ACTORS QUE INTERVENEN EN EL DESENVOLUPAMENT DEL CONTRACTE I FORMA DE RELACIONAR-SE ENTRE ELLS**

#### **2.1.1. El responsable del contracte**

S'anomena responsable del contracte (en endavant, responsable) el personal de l'Administració que es defineix en l'apartat S del Quadre de característiques del contracte del PCAP.

El responsable ha d'exercir les funcions establertes en l'article 62 de la Llei de Contractes del Sector Públic (LCSP) i, especialment, ha de dirigir i inspeccionar les tasques que es realitzin dins l'àmbit del contracte, per tal que aquestes serveixin de la millor manera als interessos i objectius que la Direcció General d'Infraestructures de Mobilitat (en endavant DGIM).

El responsable ha d'establir els criteris i línies generals de l'actuació del contractista amb la finalitat de què els treballs serveixin de la millor manera els interessats i objectius perseguits pels responsables dels contractes de serveis.

### **2.1.2. El contractista**

El contractista és el licitador que resulti adjudicatari del contracte i ha d'acomplir el que es prescriu en aquest PPT i el corresponent PCAP i rebrà la denominació d'Adjudicatari-contractista o, més breument i d'ara endavant, contractista.

El contractista ha de disposar necessàriament d'un delegat, i un cap de treballs que ha de complir amb els requisits establerts en l'apartat G3: Adscripció o dedicació de mitjans personals o materials a l'execució del contracte

L'Administració pot instar el contractista per al nomenament d'un nou delegat o cap de treballs i, si escau, qualsevol personal que depengui d'ells, quan es justifiqui per causa del desenvolupament dels treballs. Aquest nomenament ha de comptar amb l'acceptació de l'Administració. En el supòsit que el contractista volgués canviar el delegat o el cap de treballs, aquest canvi ha de ser prèviament acceptat per l'Administració.

Així mateix, la DGIM pot designar en qualsevol moment de l'execució del contracte personal propi o de tercers per actuar amb el caràcter de col·laborador als efectes de la inspecció dels treballs inclosos en l'àmbit d'aquest PPT. El contractista està obligat, en aquest cas, a aportar tota la documentació, en relació amb el contracte, que li sigui reclamada.

En qualsevol cas, la DGIM pot actuar en els trams de carretera objecte d'aquest contracte amb mitjans propis o de tercers, sense que això suposi cap dret complementari o suplementari per al contractista.

## **2.2. RELACIONS DEL CONTRACTISTA AMB L'ADMINISTRACIÓ**

Durant el desenvolupament dels treballs objecte d'aquest PPT, la relació entre el contractista i l'Administració ha de desenvolupar-se a través de la responsable i del delegat que ha de ser nomenat pel contractista, segons s'explica al punt 6. d'aquest PPT.

## **3. DESCRIPCIÓ DELS TREBALLS**

### **3.1. DEFINICIONS**

#### **3.1.1. Actiu geotècnic**

Element de terreny situat en el domini públic de la carretera, que resulta de les excavacions i de les esplanacions necessàries per constituir la seva traça, bé sigui en forma de talús de desmunt, de terraplè o de túnel, així com qualsevol element que s'hagi disposat per preservar la seva estabilitat (murs, sistemes de contenció per a despreniments, etc.).

Atès que estan formades per materials naturals, existeix el desavantatge de la seva variabilitat, la no traçabilitat, i la sensibilitat a la degradació i al canvi al llarg de la seva vida útil com a element de la carretera.

Les conseqüències de la seva resposta poden influenciar considerablement en les despeses i terminis d'execució, així com en la seguretat, el medi ambient, l'evolució i el cicle de vida útil de la carretera.

### **3.2.2. Sistema de Gestió d'Actius Geotècnics (SGAG)**

La DGIM és el principal operador de mobilitat de Catalunya gestionant directament 5.462 km de carreteres que donen servei a més de 840 milions d'usuaris/any.

Per al correcte funcionament d'aquesta xarxa de carreteres, cal assolir uns nivells adequats de comoditat de circulació i de seguretat dels usuaris, que es poden veure compromesos quan es produeixen afectacions al trànsit per causa de desprendiments de roques o d'esllavissades de terres dels talussos dels desmuntats de la carretera o de les vessants naturals adjacents.

Així, l'arribada de pedres o d'ateraments a les zones circulables de la carretera, es considera una no conformitat del sistema de gestió de talussos que té establert la Direcció General d'Infraestructures de Mobilitat (DGIM) per tractar d'evitar que es produeixin aquestes incidències o perquè, quan es produeixen, es puguin afrontar adequadament i resoldre en el menor temps possible amb el millor aprofitament dels mitjans disponibles.

Es per això que des de la DGIM s'ha impulsat la implantació de Sistema de Gestió d'Actius Geotècnics (SGAG) en fase d'explotació a la xarxa de carreteres de la Generalitat de Catalunya.

A partir del coneixement de les característiques dels talussos de desmunt, terraplens i túnels de la carretera (inventari) i del seu estat (inspeccions sobre el terreny), així com de la configuració de la carretera, del trànsit, de l'entorn i de les incidències anteriors, es configura una base de dades, a la qual s'aplica un model d'avaluació del risc, que proporciona un indicador (índex de contingència) que permet determinar si cal realitzar alguna actuació, amb quina prioritat i en quina mesura aquesta actuació redueix el risc existent.

L'objectiu ha estat detectar a priori les necessitats d'actuació, s'ha desenvolupat l'Índex de Contingència, comú a tots els actius que permet avaluar de manera quantitativa la necessitat d'actuació tant de forma preventiva com curativa, seguint un sistema multicriteri que contempli cost-benefici-oportunitat.

A partir del coneixement específic de la xarxa, problemàtica i recursos disponibles s'ha dissenyat una eina metodològica que proposa obtenir una qualificació a partir de la relació entre diverses variables de diferent naturalesa: geomètriques, geotècniques, d'explotació de la xarxa, interferència de la traça amb el talús, condicions climàtiques, sismicitat, presència d'aigua, històric d'esllavissades, etc., tot tenint en compte la diversitat dels actius a avaluar, l'àmbit d'actuació, i la complexitat de relacionar les variables indicades. Es tracta d'un procediment senzill de caracterització geomètrica / geològica del talús i les seves relacions amb la traça, a partir de l'estudi dels factors indicats que s'analitzen de forma desacoblada.

### **3.2. TASQUES ASSIGNADES AL SISTEMA DE GESTIÓ D'ACTIUS GEOTÈCNICS**

El Sistema de Gestió d'Actius Geotècnics inclou un seguit de tasques de coneixement expert i profund multidisciplinars, atès que engloba diferents especialitats de la geologia i la geotècnica, l'avaluació de riscos naturals, enginyeria de disseny de carreteres, túnels, etc.

A més, la necessitat d'obtenir informació ràpida i de qualitat fa imprescindible un temps de resposta adequat i la disponibilitat continuada de mitjans tècnics i personals.

L'elevat grau de tecnificació i automatització de processos al que ha arribat actualment el Sistema de Gestió d'Actius Geotècnics (SIG, modelització 3D, tecnologia BIM, detecció automatitzada d'imatges, sensorització, etc.) fa imprescindible la necessitat de perfils amb tècnic informàtic en

Es per això que aquest contracte s'ha dividit en 3 lots atenent a l'especificitat de les tasques i les necessitats de temps de resposta

| LOT   | CONCEPTE                                                                                 |
|-------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| Lot 1 | Investigació geotècnica. Assaigs de camp, assaigs de laboratori i auscultació.           |
| Lot 2 | Assistència tècnica 24/7 d'especialista en riscos geològics i geotècnics.                |
| Lot 3 | Inspecciones bàsiques, principals i especials del Sistema de Gestió d'Actius Geotècnics. |

### **3.2.1. Lot 1. Investigació geotècnica. Assaigs de camp, assaigs de laboratori i auscultació.**

Una descripció més extensa dels treballs es troben a l'Annex 2: Instruccions generals per a treballs geològic-geotècnics

Les partides incloses en el **Lot 1**, es troben relacionades en l'Annex 1:Pressupost.

Inclou els serveis per a la realització de campanyes d'investigacions geotècniques, reconeixements de camp, assaigs "in situ", assaigs de laboratori, execució i seguiment d'instrumentació geotècnica.

Les tasques incloses es aquest **Lot 1** inclouen:

- Subministrament de tot el personal, mitjans i equips necessaris.
- Realització de tots els treballs necessaris per al replanteig dels sondejos i altres punts d'investigació i registre de les seves coordenades i cota. El responsable fixa el sistema i precisió del replanteig i anivellació en funció del tipus de treball, la seva importància, i l'existència de cartografia i/o bases de replanteig suficientment pròximes a l'àrea dels treballs. Una vegada materialitzats aquests punts en el terreny per l'adjudicatari, aquest és responsable de la seva posterior localització.
- Posicionament en plànol de tots els punts d'investigació, juntament amb un croquis detallat que inclogui coordenades i fotografia en color del punt d'execució de les investigacions, amb la maquinària posicionada i sense posicionar, una vegada terminats els treballs.
- Petició de tots els permisos necessaris per a la correcta execució treballs, excepte indicació en contra. Si és necessari, tindrà el suport en aquesta tasca de la responsable del contracte.
- Detecció de serveis existents (conduccions i canalitzacions d'electricitat, gas, telefonia, etc.) en els punts d'investigació.



- Supervisió, seguiment dels treballs i assaigs de camp per part de tècnics competents qualificats. La presència sobre el terreny serà continua mentre hi hagi maquinària emplaçada.
- La testificació dels sondejos.
- Redacció del procediment d'execució a utilitzar per a aquells assaigs o treballs que no estiguin regulats per una normativa oficial publicada, així com la verificació i calibratge dels equips a emprar.

A continuació es relacionen els treballs a realitzar sobre el terreny més significatius del contracte:

#### **Investigacions de camp:**

- Sondejos mecànics amb recuperació de testimoni, execució de SPTs i presa de mostres, realització de testificacions geofísiques, proves de permeabilitat, assaigs pressiomètrics i dilatomètrics i preparació de les perforacions per al seu ús com piezòmetres oberts, de corda vibrant o instrumentats.
- Emmagatzematge i conservació de testimonis de sondejos.
- Calicates (manuales o mecàniques).
- Identificació, preparació, conservació i enviament al laboratori de les mostres obtingudes en sondejos i calicates.
- Assaigs de penetració dinàmica, estàtica i CPTU (piezocon).
- Assaigs de tall vanetest.
- Treballs de prospecció geofísica mitjançant mètodes sísmics, elèctrics, electromagnètics i acústics.
- Assaigs de comprovació de compactació i estat de plataformes: càrrega amb placa estàtica i dinàmica, mesurada "in situ" d'humitat i densitat i presa de mostres inalterades del terreny.
- Mesurament i enregistrament de nivells freàtics.
- Instal·lació i seguiment d'instrumentació existent o de nova instal·lació
- Control hidrogeològic. Registre d'aforaments, assaigs de bombament, control de qualitat de les aigües, mesures directes de nivell piezomètric, piezòmetres de corda vibrant, limnígrafs, etc.
- Control de moviments verticals: extensòmetres, fites, bases i regletes d'anivellació, prismes d'anivellació manual o robotitzada, plaques d'assentament, electronivells, etc.
- Control de moviments horitzontals: inclinòmetres, clinòmetres, desplomes, micròmetres, etc.

- Auscultació de túnel: convergències, cèl·lules de pressió, extensòmetres de corda vibrant, cèl·lules de càrrega en ancoratges, inspecció automatitzada de túnels mitjançant làser escàner, etc.
- Muntatge, manteniment i operació de xarxes de recollida i emmagatzematge de dades d'instrumentació amb descàrrega directa o remota

Realització de totes aquestes investigacions, treballs i instal·lacions dins de la xarxa de carreteres i zones de servei, disposant la dotació de mitjans i personal de seguretat.

- Campanyes d'inspecció sistemàtica de talussos segons el SGT, a programar per la responsable del contracte

### **Assaigs de laboratori**

Principalment els que apareixen en el *Pliego de prescripciones técnicas generales para obras de carreteras y puentes, PG-3*.

Fonamentalment els que fan referència a la caracterització de materials, coneixement del seu paràmetres resistents i deformatius i l'estudi dels problemes de naturalesa geotècnica més habituals: inflaments i col·lapses del terreny, falta de capacitat portant, càlcul de cimentacions i classificació geomecànica per al disseny de túnels i desmunts.

### **Treballs de gabinet**

- Elaboració d'un Pla de Reconeixements. El seu contingut mínim inclou una taula d'investigacions, cronograma d'execució dels treballs, organigrama de personal que hi participa, capítol d'estimació de condicionants i problemes per a la seva execució, i cartografia amb la posició de les investigacions. Inclou capítols específics sobre la petició de permisos i serveis afectats adjuntant tots els permisos, sol·licituds i documentació que es genera al respecte. Inclou una relació valorada dels treballs.
- Elaboració d'un Pla d'Auscultació en treballs d'instrumentació que inclou fitxes tècniques de la instrumentació a instal·lar, sistema d'instal·lació, cronograma d'instal·lació i periodicitat de les mesures, programa de manteniment, sistema de processat i presentació de dades, organigrama de personal que hi participa, capítol d'estimació de condicionants i problemes per a la seva execució, i cartografia amb la posició de la instrumentació. S'inclouen capítols específics sobre permisos i serveis afectats. Inclou una relació valorada dels treballs.
- Posada a punt i manteniment d'un sistema d'intercanvi de dades dels registres de les investigacions, taules d'avançament de la campanya, cartografies elaborades i informes del contracte.
- Elaboració i entrega dels avenços de documents que s'estimin necessaris per part de la responsable del contracte per a un correcte seguiment de treballs encarregats.
- Elaboració i entrega provisional dels registres dels reconeixements realitzats.
- Recopilació i entrega d'un informe final de cadascun dels treballs, encàrrecs realitzats que responen a la següent estructura:



Memòria general. Conté:

- Antecedents, situació i accessos a l'àrea de treball descripció dels treballs.
- Desenvolupament de la campanya. Mitjans i metodologia emprada. Incidents i problemes trobats.
- Reconeixements efectuats i resultats dels assaigs. Taules d'uns i altres. Gràfiques bàsiques necessàries per a entendre i visualitzar fàcilment els resultats, especialment si es tracta d'instrumentació.
- Personal que hi ha intervingut, propi, responsable del tram investigat i responsable o titular dels permisos d'execució.

Annexos

- Certificació final dels treballs.
- Plànols. Planta de situació general. Planta i perfil de situació de reconeixements. En el perfil ha de delinear-se la profunditat de les investigacions i els resultats dels assaigs "in situ" realitzats.
- Parts i registres d'investigacions. Informes de subcontractes d'investigacions geofísiques, instrumentació, etc, permisos sol·licitats.

S'entregarà en format de paper i informàtic, editable i .PDF amb almenys una còpia per a la responsable del contracte.

- Treballs de delineació.
- Treballs de mecanografia, secretaria i ofimàtica per a l'elaboració d'escrits, atenció de comunicacions, correspondència, etc.

L'entrega de les dades es realitza en els formats, protocols i /o processos compatibles amb els sistemes de gestió d'informació de la DGIM.

### **Terminis d'execució de cada encàrrec**

El termini de cada encàrrec concret es fixa per la responsable del contracte, una vegada coneguda la tipologia i volum de treballs a realitzar. Les peticions de treballs seran de tres tipus, urgent, preferent o ordinari. Els terminis d'inici d'execució és:

- Petició amb caràcter urgent: 24 hores
- Petició de caràcter preferent: 48 hores
- Petició de caràcter ordinari: no pot superar les 72 hores

### **3.2.2. Lot 2. Assistència tècnica 24/7 d'especialistes en riscos geològics i geotècnics.**

El perfil i tasques de l'especialista en riscos geològics i geotècnics correspon al *tècnic assessor en desmunts*, figura que es troba definida Annex 3. Instrucció DGIM/3/2018,

Les tasques per al **Lot 2** són:

Donar assistència tècnica a la responsable del contracte i els/les Inspectors/es General en la resolució d'incidències a la xarxa de carreteres provocades per desprendiments i lliscaments del terreny

A més, ha de donar assessorament en els riscos geològics i geotècnics associats a túnels de carretera en explotació.

Les partides incloses en el **Lot 2**, es troben relacionades en l'Annex 1: Pressupost.

Les concreció de les tasques, procediments i abast a executar queden definits per la DGIM.

Totes les tasques realitzades han de ser compatibles, tant en execució com en documentació, amb el SGAG i la resta de sistemes d'informació de la DGIM, seguint els seus procediments, protocols i instruccions, i assegurant sempre la traçabilitat de la informació.

#### **Terminis d'execució de cada encàrrec**

La disponibilitat és de 24 hores, 7 dies a la setmana, 365 dies a l'any.

Un cop requerida la seva assistència, es presenta al lloc indicat, en el menor temps possible.

La programació de les visites, entregues d'informes, notes tècniques, propostes de campanyes geotècniques o monitorització seran determinades per la responsable del contracte, en funció de les necessitats de la DGIM.

#### **3.2.3. Lot 3. Inspeccions bàsiques, principals i especials del Sistema de Gestió d'Actius Geotècnics.**

El manteniment d'actius de la xarxa viària de la Generalitat, a càrrec de la DGIM, implica campanyes d'inspecció de talussos, terraplens, túnels i qualsevol element que s'hagi disposat per preservar la seva estabilitat (murs, sistemes de contenció per a desprendiments, etc.).

Les campanyes tenen per objectiu avaluar l'estat de conservació estructural d'aquests elements, detectar-hi lesions o patologies incipients i planificar-hi actuacions preventives.

Les tasques incloses dins el **lot 3**, corresponen a les diferents tipologies d'inspeccions i tasques que se'n deriven, descrites a la l'Annex 3. Instrucció 3/2013 de. Aquestes són:

- Visita de camp. Inspecció de l'actiu geotècnic. Inclou visita, acompanyat o no per la responsable del contracte per a assessorament tècnic.
- Informe tècnic d'actiu geotècnic. Informe que reculli antecedents, desenvolupament de la visita i conclusions tècniques.
- Informe tècnic valorat d'actiu geotècnic. Inclou model de càlcul amb avaluació, plans de detall, recomanacions d'actuació i pressupost.
- Informe de recomanacions tècniques d'actuació a túnel, talús en desmunt, terraplè. Inclou memòria, plànols, mesurament d'unitats i pressupost.
- Projecte de rehabilitació de túnel, talús en desmunt o terraplè.
- Proposta, programació i supervisió de campanyes d'investigació geològiques i geotècniques.
- Proposta, programació i supervisió de qualsevol tasca en la carretera en fase de servei en l'àmbit del SGAG, entesa aquesta tasca com una activitat de conservació i segons protocols COEX.
- Supervisió en camp d'assaigs geològics i geotècnics

- Assistència tècnica a la D.O. en obres de reparació d'actius geotècnics en fase d'explotació.
- Assistència tècnica a la responsable del contracte en tota aquella tasca que es consideri dins de l'àmbit del contracte.
- Elaboració de metodologies d'inspecció, avaluació i gestió d'altres actius geotècnics com murs i sistemes de contenció de desprendiments.
- Elaboració d'evolutius de les aplicacions i mòduls de les eines de gestió actual del sistema de gestió.
- Implementació d'automatitzacions de seguiment de sensorització geotècnica de la carretera.
- Modelat en 3D de vols fotogramètrics.
- Realització de vols UAS, amb sensors per a vols fotogramètrics, termografia, etc.

Totes les tasques realitzades han de ser compatibles, tant en execució com en documentació amb el SGAG i la resta de sistemes d'informació de la DGIM, seguint els seus procediments, protocols i instruccions, i assegurant sempre la traçabilitat de la informació.

#### **Terminis d'execució de cada encàrrec**

La programació de les inspeccions, entregues, campanyes geotècniques o monitorització seran determinades per la responsable del contracte, en funció de les necessitats de la DGIM.

## **4. INSTRUMENTS DE PROGRAMACIÓ I SEGUIMENT DELS TREBALLS**

### **4.1. SISTEMA DE GESTIÓ D'ACTIUS GEOTÈCNICS**

El Sistema de Gestió d'Actius Geotècnics (SGAG) té per objecte recollir tota la informació que permeti dur a terme les actuacions de rehabilitació i de prevenció de la seguretat viària en els talussos de desmunt, en els terraplens i en els túnels, així mateix en els elements destinats a preservar la seva estabilitat (murs, sistemes de contenció, etc.), fins i tot en els vessants naturals que puguin posar en risc la mobilitat, mitjançant la sistematització en el seguiment de les incidències, en l'elaboració dels inventaris, en la realització d'inspeccions bàsiques, especials i de vessant i en l'obtenció d'indicadors de l'estat d'aquests actius geotècnics.

Tota la informació generada de la SGAG s'emmagatzema, es processa i es gestiona a través d'un programari web adaptat a les necessitats de la DGIM.

### **4.2. PROGRAMACIÓ DELS TREBALLS**

Els treballs realitzats en el marc d'aquest contracte són de naturalesa geotècnica, però fins al seu plantejament concret només es coneixen de forma estimada, ja que no es disposa de dades precises sobre l'estat actual de la xarxa d'actius geotècnics de la Generalitat de Catalunya.

Per això, no existeix un programa de treballs, i en conseqüència aquests s'encarreguen en funció de les necessitats i prioritats que es vagin definint.

Així mateix, i per la mateixa raó, els amidaments inicials previstos per cada treball que s'encarregui podran modificar-se segons la seva marxa, en funció de la informació tècnica obtinguda, i a criteri de la responsable del contracte.

## **5. SEGURETAT I SALUT EN ELS TREBALLS**

D'acord amb el que prescriu el RD 1627/1997, pel qual s'estableixen disposicions mínimes de seguretat i de salut a les obres de construcció, en l'annex número 5 del present PPT s'inclou el corresponent estudi bàsic.

El cost de les mesures a prendre amb relació a la seguretat i salut necessàries per a aquest contracte de serveis està inclòs en el preu d'execució de les diferents partides de les OC i OPSiC d'aquest contracte de serveis.

Així mateix, en aplicació d'aquest estudi bàsic, i prèviament a l'inici del contracte, el contractista ha d'elaborar el pla de seguretat i salut aplicable als treballs objecte d'aquest PPT, que ha de ser aprovat pel coordinador de seguretat i salut amb la conformitat del responsable abans de l'inici dels treballs objecte de contractació.

## **6. ORGANITZACIÓ I MITJANS DEL CONTRACTISTA**

El contractista ha de posar a disposició del contracte tots els mitjans personals i materials necessaris per executar les operacions contemplades en aquest plec amb les prescripcions requerides i en compliment de l'oferta realitzada. Aquest mitjans són els que apareixen en el punt del **G.3 Adscripció o dedicació de mitjans personals o material a l'execució del contracte** del Quadre de Característiques del PCAP.

En conseqüència, l'organització del contractista ha de ser l'acceptada per l'Administració, en base a la seva oferta i al compliment del que s'estableix en aquest PPT.

Malgrat això, el contractista pot proposar durant el desenvolupament del contracte millores en la seva organització, sempre que no representin una disminució dels recursos compromesos. El responsable pot aprovar-les si considera que amb les millores proposades s'aconsegueix un millor compliment del contracte. També, quan ho consideri necessari, el responsable pot ordenar millores en l'organització, sens perjudici de la seva facultat d'exigir la posada a disposició del contracte de tots els recursos necessaris per al seu compliment.

El contractista ha de sol·licitar dels organismes i/o persones corresponents, tots els permisos i llicències que siguin necessaris i amb la suficient anticipació per poder dur a terme els treballs dins del termini establert en la programació dels treballs.

L'adscripció a l'execució del contracte dels mitjans personals i materials esmentats en aquest PPT té la consideració d'obligació essencial als efectes d'allò previst en la clàusula 12.3 del PCAP com a possible causa de resolució del contracte en cas d'incompliment.

En qualsevol cas, la contractació de la pòlissa d'assegurances té també la consideració d'obligació contractual essencial amb l'annex 5 del PCAP.

## **7. COMPROVACIÓ DEL COMPLIMENT DEL CONTRACTE**

L'Administració ha d'utilitzar els mitjans que cregui més adients per comprovar el compliment de les condicions establertes en el contracte, tant de l'execució pròpiament dita com de les tasques, seguiment de l'execució i establiment i lliurament de la informació.

El contractista ha de facilitar a l'Administració la comprovació i revisió de les tasques executades. Per aquest motiu el contractista ha de posar a disposició del responsable la documentació de programació i seguiment.

Les comprovacions preveuen, principalment, els punts següents:

- Grau d'acompliment dels compromisos adquirits pel contractista en la seva oferta d'organització i mitjans per realitzar els treballs.
- Compliment de la programació establerta i realització de les tasques no programades que siguin necessàries.
- Execució d'operacions i unitats d'obra d'acord amb les condicions d'execució que s'estableixen per a cadascuna en aquest PPT.
- Aplicació de nova normativa i reglaments sectorials referent a les carreteres, actius geotècnics i els seus elements constitutius a conservar.
- Formulació puntual i correcta de la informació mensual prescrita i congruència amb la documentació bàsica de seguiment i amb la informació pròpia de l'Administració.
- Execució i compliment del Pla de seguretat i salut aprovat a l'inici del contracte.

## **8. VALORACIÓ DELS TREBALLS**

### **8.1. PREUS UNITARIS**

Els treballs objecte d'aquest PPT es valoren per preus unitaris.

Els preus unitaris prevists al pressupost (Annex 1: Pressupost) s'han obtingut tenint en compte que figuren en el plec de prescripcions tècniques d'aquest contracte i venen determinats per les consultes fetes a les empreses del sector i l'experiència recollida fins a la data en la matèria per diferents empreses del sector dedicades a aquesta activitat, i que actualment operen en el mercat, sector i l'experiència recollida fins a la data en la matèria i responen en tots els casos a imports fixats en funció del valor mig del mercat segons les característiques sol·licitades i les prospeccions efectuades

Aquests preus inclouen, totes les despeses vinculades a l'execució del contracte, com per exemple, el cost de la part proporcional dels vehicles i els costos més elevats que puguin derivar-se per treballs en dies festius o fora de l'horari habitual de treball. Totes les restants despeses

derivades de la realització dels treballs corresponents objecte del contracte també s'hi consideren incloses.

## 8.2. TERMINI DEL CONTRACTE

El termini del contracte és de 48 mesos des de la formalització del contracte, amb una possible pròrroga de 12 mesos.

## 8.3. DADES ECONÒMIQUES

El valor estimat del contracte és de: **3.609.298,50 €**

El pressupost del present contracte, que s'inclou en l'Annex 1 i que serveix de base per a la seva licitació, s'ha deduït aplicant el nombre partides que està previst executar, els corresponents preus, calculats amb els criteris establerts en el punt 8.1 d'aquest document.

Aquests amidaments són estimatius i no contractuals ja que pel propi objecte del contracte és tècnicament impossible calcular els amidaments reals durant els 4 anys d'execució d'aquest contracte. Els amidaments s'han estimat en base a l'experiència de contractes anteriors.

L'import total del pressupost base de licitació dels treballs, pels quaranta-vuit (48) mesos de durada del contracte, desglossat, és el següent:

|                            |                       |
|----------------------------|-----------------------|
| Pressupost:                | <b>2.887.429,20 €</b> |
| Import total IVA:          | <b>606.360,13 €</b>   |
| Pressupost base licitació: | <b>3.493.789,33 €</b> |

Aquests imports es desglossen en la següent taula, en funció dels lots en què es divideix el contracte:

| LOT   | PRESSUPOST     | IMPORT IVA   | PRESSUPOST BASE LICITACIÓ |
|-------|----------------|--------------|---------------------------|
| Lot 1 | 911.581,20 €   | 191.432,05 € | 1.103.013,25 €            |
| Lot 2 | 757.228,00 €   | 159.017,88 € | 916.245,88 €              |
| Lot 3 | 1.218.620,00 € | 255.910,20 € | 1.474.530,20 €            |

El responsable pot modificar els amidaments de les partides abans indicades, sense que en cap cas se superi el pressupost contractat, sense que això comporti dret a rescabament econòmic per al contractista.

Al mateix temps, la DGIM pot modificar els trams de carreteres objecte d'aquest PPT, sempre que aquestes variacions no representin un increment superior al deu per cent (10%) en el còmput global de quilòmetres a recórrer pels equips del contractista.

Tal com indica l'article 197 del Reial decret 1098/2001, de 12 d'octubre, pel qual s'aprova el Reglament general de la Llei de contractes de les administracions públiques, pel càlcul de l'import de licitació s'ha determinat el 13% de despeses generals, despeses que provenen de l'estructura empresarial necessària per dur a terme el contracte, i el 6% de benefici industrial, seguint analogia a projectes d'obra i percentatges recomanats a l'article 131 del mateix reial decret 1098/2001.

#### **8.4. AMIDAMENT**

L'import de petites despeses de materials no previstes en les tasques s'ha d'incloure en les operacions de partida alçada a justificar.

No és objecte d'amidament qualsevol increment sobre el previst en aquest PPT que sigui degut a la forma i les condicions en què el contractista hagi executat els treballs.

Així mateix, si el contractista executa treballs d'abast més gran dels previstos o executés, sense autorització prèvia, treballs no programats, no té dret que se li aboni cap quantitat pels excessos que per aquests motius resultin executats, amb independència de la facultat del responsable de poder optar entre admetre allò executat o obligar-lo a efectuar les correccions que escaiguin.

Qualsevol treball o operació, per tal que sigui amidada, ha de tenir el corresponent suport documental digital amb dades d'ubicació espacial i temporal segons els models normalitzats del contracte i de la GSM de la DGIM.

#### **8.5. ABONAMENT**

La licitació es realitzarà per preus unitaris, però en cap cas s'acceptarà un preu unitari superior al preu unitari de licitació. Els preus unitaris oferts són els que regiran les certificacions del contracte. El preu unitari de les partides alçades no ha de formar part de l'oferta.

Els treballs executats s'han d'abonar mitjançant certificacions mensuals emeses pel responsable.

Les certificacions es realitzaran i s'abonaran aplicant la baixa única i lineal per a cada preu del pressupost del contracte definit en l'annex número 3 d'aquest PPT, a excepció de les partides alçades que no estan subjectes a baixa. L'amidament a aplicar a aquests preus s'ha de fer amb els criteris d'amidament establerts en l'apartat 8.4 d'aquest PPT.

La certificació de les petites despeses es farà mitjançant la corresponent partida alçada a justificar.

Les activitats no acabades podran ser valorades també pel responsable que aplicarà, sota la seva responsabilitat i justificadament, el criteri que per a cada cas estimi més adequat.

La corresponent certificació mensual s'emetrà a partir de la relació valorada confeccionada pel responsable.



L'import total de les certificacions emeses durant un any determinat no podrà superar en cap cas el de l'anualitat assignada en el contracte.

En cas que es produeixi un dany a una carretera i/o a qualsevol element funcional de la carretera que origini la incoació i tramitació administrativa de l'expedient -previst en l'article 55 del text refós de la Llei de carreteres, aprovat per decret legislatiu 2/2009, de 25 d'agost-, correspon la seva reparació o reposició al presumpte responsable del dany. I els preus que ha d'aplicar el contractista són els fixats en el marc del contracte que regula aquest PPT.



## **ANNEXOS**



## **ANNEX 1. PRESSUPOST**

**LOT 1. INVESTIGACIÓ GEOTÈCNICA. ASSAIGS DE CAMP, ASSAIG DE LABORATORI I AUSCULTACIÓ**

| Unitat | ASSAIG DE CAMP                                                                                                                                                                                    | Amidament | Preu Unitari | Preu parcial |
|--------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|--------------|--------------|
| u      | Recàrrec per apertura d'accessos mitjançant maquinària o d'altres mitjans auxiliars en cada punt de reconeixement del terreny en que sigui precís i reposició                                     | 55,00     | 298,50 €     | 16.417,50 €  |
| ut     | Emplaçament de sonda, penetròmetre estàtic, piezocon o altres equips especials a cada punt a reconèixer que no precisi de mitjans especials o preparació prèvia del terreny amb mitjans auxiliars | 38,00     | 95,27 €      | 3.620,26 €   |
| ut     | Emplaçament de penetròmetre dinàmic a cada punt a reconèixer que no precisi de mitjans especials o preparació prèvia del terreny amb mitjans auxiliars                                            | 29,00     | 45,63 €      | 1.323,27 €   |
| m      | Perforació a rotació en reblerts o sols, amb diàmetres comercials fins < 120 mm amb extracció continua de testimoni de > 70 mm i/ subministrament d'aigua                                         | 275,00    | 57,09 €      | 15.699,75 €  |
| m      | Perforació a rotació o rotopercusió, amb diàmetres comercials 0 <120mm en graves-bolos i/ subministrament d'aigua                                                                                 | 275,00    | 101,61 €     | 27.942,75 €  |
| m      | Perforació a rotació amb diàmetres comercials < 120 mm en roques de duresa mitjana amb extracció de testimoni > 70 mm i/ subministrament d'aigua                                                  | 275,00    | 76,18 €      | 20.949,50 €  |
| m      | Perforació a rotació amb diàmetres comercials < 120 mm, en roques de gran duresa amb extracció continua de testimoni i/ subministrament d'aigua                                                   | 438,00    | 91,39 €      | 40.028,82 €  |
| m      | Perforació a destrossa en qualsevol tipus de terreny, amb diàmetre de fins 200 mm v fins 200 m de profunditat i/ subministrament d'aigua                                                          | 256,00    | 46,20 €      | 11.827,20 €  |
| m      | Instal·lació i injecció amb beurada en el interior de sondeigs d'elements d'auscultació profunda                                                                                                  | 45,00     | 42,88 €      | 1.929,60 €   |
| m      | Recàrrec per perforació inclinada, per a qualsevol inclinació i profunditat                                                                                                                       | 77,00     | 69,85 €      | 5.378,45 €   |
| m      | Recarrec per perforació a rotació en qualsevol tipus de terreny, amb recuperació de testimoni mitjançant sistema "wire line" i diàmetre mínim a partir de 100 m                                   | 77,00     | 13,73 €      | 1.057,21 €   |
| m      | Recàrrec per perforació amb extracció continua de testimoni en qualsveol terreny entre 25 i 50 m de profunditat, excepte si es perfora amb "wire line"                                            | 77,00     | 13,13 €      | 1.011,01 €   |
| ut     | Recàrrec per perforació amb extracció continua de testimoni en qualsveol terreny entre 50 i 100 m de profunditat, excepte si es perfora amb "wire line"                                           | 77,00     | 26,65 €      | 2.052,05 €   |
| ut     | Recàrrec per perforació amb extracció continua de testimoni en qualsveol terreny per mes de 100 m de profunditat, excepte si es perfora amb "wire line"                                           | 77,00     | 28,87 €      | 2.222,99 €   |
| m      | Recarrec adicional per perforació amb diàmetre superior a 120 mm                                                                                                                                  | 77,00     | 19,10 €      | 1.470,70 €   |
| m      | Recarrec per perforació triple                                                                                                                                                                    | 77,00     | 119,40 €     | 9.193,80 €   |
| m      | Recarrec per perforació inclinada en sentit ascendent per a qualsevol...                                                                                                                          | 77,00     | 34,64 €      | 2.667,28 €   |
| m      | Recarrec per enregistrament continu de paràmetres de perforació                                                                                                                                   | 77,00     | 11,38 €      | 876,26 €     |
| ut     | Presa de mostra inalterada amb presamostres de tipus obert.                                                                                                                                       | 38,00     | 34,21 €      | 1.299,98 €   |
| ut     | Presa de mostra inalterada amb presamostres de tipus pistó o Shelby. ASTM D 1587.                                                                                                                 | 605,00    | 80,83 €      | 48.902,15 €  |

|    |                                                                                                                                                                        |        |          |              |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|----------|--------------|
| ut | Assaig SPT.                                                                                                                                                            | 246,00 | 45,46 €  | 11.183,16 €  |
| ut | Testimoni parafinat de mes de 35 cm de longitud i 0> 70 mm                                                                                                             | 29,00  | 13,87 €  | 402,23 €     |
| ut | Recàrrec per presa de mostres inalterades o assaigs S.P.T.. A partir de 25m                                                                                            | 6,00   | 7,56 €   | 45,36 €      |
| ut | Presa de mostres d'aigua a l'interior d'un sondeig                                                                                                                     | 29,00  | 10,77 €  | 312,33 €     |
| ut | Caixa portatestimonis de cartró parafinat i/ transport a magatzem designat i                                                                                           | 166,00 | 12,66 €  | 2.101,56 €   |
| ut | Caixa portatestimonis de plàstic i/ transport a magatzem designat i fotografia a color                                                                                 | 29,00  | 12,66 €  | 367,14 €     |
| ut | Caixa portatestimonis de parafina (3 metres per caixa).                                                                                                                | 54,00  | 17,05 €  | 920,70 €     |
| m  | Tub ranurat de pvc, diàmetre útil 60-100 mm, col·locat a l'interior d'un sondeig, enganxat o roscat                                                                    | 29,00  | 9,99 €   | 289,71 €     |
| ut | Arqueta i tapa metàl·lica de protecció de boca de sondeig, fixada al terreny amb morter de ciment                                                                      | 14,00  | 83,83 €  | 1.173,62 €   |
| ut | Assaig de permeabilitat LUGEON fins a 100 m de profunditat.                                                                                                            | 29,00  | 152,34 € | 4.417,86 €   |
| ut | Assaig de permeabilitat LUGEON a partir de 100 m de profunditat.                                                                                                       | 144,00 | 236,73 € | 34.089,12 €  |
| ut | Assaig de permeabilitat LEFRANC                                                                                                                                        | 144,00 | 91,39 €  | 13.160,16 €  |
| ut | Mesura del nivell piezomètric a cada sondeig acabat, després de realitzat al menys un bombament                                                                        | 144,00 | 6,89 €   | 992,16 €     |
| ut | Bombament complet i control de recuperació del nivell piezomètric en sondeig acabat, fins a 50 m de profunditat.                                                       | 45,00  | 34,64 €  | 1.558,80 €   |
| ut | Bombament complet i control de recuperació del nivell piezomètric en sondeig acabat, a partir de 50 m de profunditat.                                                  | 29,00  | 115,47 € | 3.348,63 €   |
| m  | Testificació de sondejos                                                                                                                                               | 22,00  | 9,24 €   | 203,28 €     |
| ut | Assaig presiometric amb cicle intermig de càrrega-descarrega                                                                                                           | 6,00   | 304,80 € | 1.828,80 €   |
| ut | Assaig dilatomètric en sols amb sonda plana (pressió màxima 2 mpa)                                                                                                     | 29,00  | 228,64 € | 6.630,56 €   |
| ut | Assaig vane test a l'interior d'un sondeig                                                                                                                             | 6,00   | 266,72 € | 1.600,32 €   |
| m  | Penetració dinàmica DPSH                                                                                                                                               | 989,00 | 22,77 €  | 22.519,53 €  |
| m  | Penetració estàtica                                                                                                                                                    | 38,00  | 38,09 €  | 1.447,42 €   |
| m  | Penetració estàtica CPTU (piezocono) amb mesura i enregistrament continu de resistència en punta, fuste i pressió intersticial                                         | 6,00   | 53,30 €  | 319,80 €     |
| ut | Assaig de dissipació de pressions intersticials (màxim 1 hora)                                                                                                         | 6,00   | 76,18 €  | 457,08 €     |
| ut | Sondeig elèctric vertical (SEV) de fins 400 m d'apertura                                                                                                               | 6,00   | 544,46 € | 3.266,76 €   |
| ut | Sondeig elèctric vertical (SEV) de més de 400 m d'apertura                                                                                                             | 144,00 | 773,71 € | 111.414,24 € |
| m  | Prospecció mitjançant tomografia elèctrica, utilitzant dispositius electrònics focalitzats, amb espaiat entre electròdes de màxim 2 metres. Processat e interpretació. | 112,00 | 7,71 €   | 863,52 €     |
| ut | Perfil sísmic de refracció amb implantació de 50 m de longitud mínima, registre d'anada i tornada i dispositiu de 24 geofons amb realització d'almenys 5 tirs.         | 6,00   | 300,89 € | 1.805,34 €   |
| ut | Perfil sísmic de refracció amb implantació de 100 m de longitud mínima, registre d'anada i tornada i dispositiu de 24 geofons amb realització d'almenys 5 tirs.        | 64,00  | 485,03 € | 31.041,92 €  |

|    |                                                                                                                                                                                                                                                     |        |             |             |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------|-------------|
| km | Perfil sísmic de reflexió amb dispositiu de mitjana mínim de 24 canals i tècnica cdp, espaiat mínim entre geofons de 5 m, energia mitjançant cartutxos adequats o explosius especials tipus pirotècnic i presa de dades. Processat e interpretació. | 1,00   | 13.755,14 € | 13.755,14 € |
| ut | Perfil de sismica passiva amb implantació lineal de 24 geofons espaiats de 1 a 5 m                                                                                                                                                                  | 13,00  | 300,89 €    | 3.911,57 €  |
| ut | Sondeig electromagnètic en el domini de temps (sedt), amb bucle de mesura de fins 100 m x 100 m                                                                                                                                                     | 13,00  | 472,82 €    | 6.146,66 €  |
| m  | Prospecció amb geo-radar amb registre continu i presa de dades. Processat                                                                                                                                                                           | 45,00  | 3,15 €      | 141,75 €    |
| m  | Testificació geofísica de sondejos, amb registre de descens i ascens, mitjançant tècniques radioactives, elèctriques, sòniques d'ona completa, termometria o calibre de 3 braços.                                                                   | 29,00  | 3,44 €      | 99,76 €     |
| m  | Testificació geofísica de sondejos, amb registre de flux mitjançant sonda de tipus micromolinet (tres passades en ascens i descens) o registre de la orientació de les discontinuïtats amb sonda teleacústica y óptica o un altre.                  | 6,00   | 12,54 €     | 75,24 €     |
| ut | Calicata manual o mecànica, de 3 m de profunditat i fotografies.                                                                                                                                                                                    | 83,00  | 138,59 €    | 11.502,97 € |
| ut | Presa de dades en sac en calicata, cantera o zona canterable, acopi o altres punts, de mes de 60 kg.                                                                                                                                                | 6,00   | 25,31 €     | 151,86 €    |
| ut | Presa de testimonis en roca "in situ" amb màquina treustemonis o tallat de bloc                                                                                                                                                                     | 29,00  | 190,55 €    | 5.525,95 €  |
| ut | Presa de mostres en bloc, en qualsevol tipus de terreny, excepte roca                                                                                                                                                                               | 6,00   | 45,63 €     | 273,78 €    |
| ut | Presa de mostres en bloc, en qualsevol tipus de terreny, excepte roca                                                                                                                                                                               | 6,00   | 91,39 €     | 548,34 €    |
| ut | Estació de mesura de discontinuïtats planars en macisos rocosos i les operacions de preparació de les superfícies estructurals.                                                                                                                     | 6,00   | 59,70 €     | 358,20 €    |
| ut | Recarrec per realització de penetrometre dinàmic en via i tots els mitjans auxiliars necessaris                                                                                                                                                     | 54,00  | 23,10 €     | 1.247,40 €  |
| ut | Assaig de càrrega amb placa de f=50/60 cm i tots els mitjans auxiliars necessaris, dispositiu de reacció i fotografies en color                                                                                                                     | 6,00   | 762,19 €    | 4.573,14 €  |
| ut | Assaig de càrrega amb placa a via, amb diàmetre fins 60 cm i excavació i reposició. Fotografies en color i tots els mitjans auxiliars necessaris                                                                                                    | 6,00   | 660,47 €    | 3.962,82 €  |
| ut | Reacció necessària per assaig de càrrega amb placa a via.                                                                                                                                                                                           | 6,00   | 368,33 €    | 2.209,98 €  |
| m  | Prospecció amb geo-radar multifreqüència amb registre continu, processat.                                                                                                                                                                           | 6,00   | 2,39 €      | 14,34 €     |
| ut | Assaig de càrrega amb placa dinàmica de 300 mm segons norma UNE 103807-2                                                                                                                                                                            | 6,00   | 77,61 €     | 465,66 €    |
| m  | Testificació sísmica en sondeig (down-hole) amb geofons de tres components, de tres registres independents a cada posició del geòfon, espaiats 1 metre                                                                                              | 275,00 | 17,91 €     | 4.925,25 €  |
| m  | Testificació sísmica en sondeig (cross-hole) amb martell especial per a ones s i registre de dos tirs independents per geòfon, espaiats 1 metre.                                                                                                    | 54,00  | 17,91 €     | 967,14 €    |

Suma

534.488,59 €

| Unitat | ASSAIGS DE LABORATORI                                       | Amidament | Preu Unitari | Preu parcial |
|--------|-------------------------------------------------------------|-----------|--------------|--------------|
| ut     | Preparació de cada mostra, per a qualsevol número d'assajos | 138,00    | 7,56 €       | 1.043,28 €   |
| ut     | Determinació de la humitat natural.                         | 115,00    | 7,56 €       | 869,40 €     |
| ut     | Determinació de la densitat aparent.                        | 115,00    | 11,33 €      | 1.302,95 €   |
| ut     | Determinació del pes específic                              | 61,00     | 30,42 €      | 1.855,62 €   |

|    |                                                                                                                                   |        |          |            |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|----------|------------|
| ut | Determinació dels límits Atterberg                                                                                                | 115,00 | 30,42 €  | 3.498,30 € |
| ut | Comprovació de no plasticitat                                                                                                     | 16,00  | 15,21 €  | 243,36 €   |
| ut | Determinació de granulometria per tamisat                                                                                         | 115,00 | 30,42 €  | 3.498,30 € |
| ut | Determinació de granulometria per tamisat en TOT-Ú (mostres en sac)                                                               | 83,00  | 41,86 €  | 3.474,38 € |
| ut | Determinació de granulometria per sedimentació                                                                                    | 83,00  | 46,20 €  | 3.834,60 € |
| ut | Determinació d'equivalència de sorra                                                                                              | 83,00  | 18,98 €  | 1.575,34 € |
| ut | Assaig de compressió simple en sols                                                                                               | 54,00  | 34,21 €  | 1.847,34 € |
| ut | Assaig de tall directe, sense consolidar i sense drenatge, sobre mostra inalterada                                                | 6,00   | 60,95 €  | 365,70 €   |
| ut | Assaig de tall directe, consolidat i drenat, sobre mostra inalterada                                                              | 29,00  | 83,83 €  | 2.431,07 € |
| ut | Assaig de tall directe, consolidat i sense drenatge, sobre mostra inalterada                                                      | 35,00  | 137,19 € | 4.801,65 € |
| ut | Assaig triaxial uu, sense consolidar i sense drenar, sobre mostra inalterada                                                      | 29,00  | 152,34 € | 4.417,86 € |
| ut | Assaig triaxial cu, sobre mostra inalterada, amb consolidació prèvia, ruptura sense drenatge i mesures de pressions intersticials | 29,00  | 288,71 € | 8.372,59 € |
| ut | Assaig triaxial cd. sobre mostra inalterada. amb consolidació prèvia i                                                            | 16,00  | 334,91 € | 5.358,56 € |
| ut | Assaig edomètric amb al menys set esglaons de càrrega i tres de descàrrega, i corbes de de consolidació-temps                     | 6,00   | 173,18 € | 1.039,08 € |
| ut | Assaig de col.lapsabilitat                                                                                                        | 22,00  | 114,27 € | 2.513,94 € |
| ut | Assaig de l'inflament Lambe.                                                                                                      | 54,00  | 53,30 €  | 2.878,20 € |
| ut | Determinació de pressió d'inflament                                                                                               | 16,00  | 60,95 €  | 975,20 €   |
| ut | Assaig d'inflament lliure                                                                                                         | 35,00  | 60,95 €  | 2.133,25 € |
| ut | Determinació de la permeabilitat en aparell triaxial o edòmetre de gran                                                           | 6,00   | 114,27 € | 685,62 €   |
| ut | Assaig de dispersió o erosió interna (pin-hole)                                                                                   | 6,00   | 114,27 € | 685,62 €   |
| ut | Assaig Proctor normal                                                                                                             | 30,00  | 49,53 €  | 1.485,90 € |
| ut | Assaig Proctor modificat                                                                                                          | 30,00  | 68,52 €  | 2.055,60 € |
| ut | Determinació CBR de laboratori, sense incloure Proctor.                                                                           | 30,00  | 114,27 € | 3.428,10 € |
| ut | Assaig de desgastament Els Angels                                                                                                 | 13,00  | 57,75 €  | 750,75 €   |
| ut | Assaig de compressió simple en roca, i/ tallat                                                                                    | 13,00  | 45,63 €  | 593,19 €   |
| ut | Assaig de compressió simple en roca, instrumentat amb bandes extensomètriques                                                     | 13,00  | 80,83 €  | 1.050,79 € |
| ut | Assaig de tall sobre discontinuïtats en roca i/ tallat i preparació                                                               | 13,00  | 114,27 € | 1.485,51 € |

|    |                                                                                                                    |       |          |            |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|----------|------------|
| ut | Assaig triaxial en roca i/ tallat                                                                                  | 13,00 | 152,34 € | 1.980,42 € |
| ut | Assaig Brasiler                                                                                                    | 13,00 | 60,95 €  | 792,35 €   |
| ut | Assaig de càrrega puntual (Franklin).                                                                              | 13,00 | 38,09 €  | 495,17 €   |
| ut | Determinació duresa Schmidt                                                                                        | 13,00 | 7,56 €   | 98,28 €    |
| ut | Determinació Slake Durability Index                                                                                | 13,00 | 91,39 €  | 1.188,07 € |
| ut | Determinació de l'estabilitat dels àrids i fragments de roca enfront a l'acció del desmoronament en aigua          | 13,00 | 76,18 €  | 990,34 €   |
| ut | Determinació del percentatge d'absorció d'aigua                                                                    | 13,00 | 26,65 €  | 346,45 €   |
| ut | Determinació quantitativa de carbonats                                                                             | 13,00 | 24,09 €  | 313,17 €   |
| ut | Determinació quantitativa de sulfats                                                                               | 13,00 | 31,76 €  | 412,88 €   |
| ut | Determinació qualitativa de sulfats en sols o aigua                                                                | 13,00 | 10,10 €  | 131,30 €   |
| ut | Determinació quantitativa de matèria orgànica                                                                      | 6,00  | 26,65 €  | 159,90 €   |
| ut | Anàlisi químic complet d'aigua, per a determinar la seva agressivitat                                              | 22,00 | 114,27 € | 2.513,94 € |
| ut | Anàlisi mineralògic mitjançant difracció de rajos X.                                                               | 6,00  | 127,03 € | 762,18 €   |
| ut | Anàlisi petrogràfic mitjançant làmina prima i preparació de la lamina                                              | 22,00 | 76,18 €  | 1.675,96 € |
| ut | Determinació de la velocitat sonica en testimonis                                                                  | 13,00 | 11,33 €  | 147,29 €   |
| ut | Determinació de l'estabilitat dels àrids en front a l'acció de les solucions de sulfat sòdic o magnèsic (5 cicles) | 16,00 | 80,83 €  | 1.293,28 € |

Suma 83.852,03 €

| Unitat | INSTRUMENTACIÓ GEOTÈCNICA I AUSCULTACIÓ                                                                                           | Amidament | Preu Unitari | Preu parcial |
|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|--------------|--------------|
| m      | Vareta d'hacer inoxidable per a extensometres i vaina de PVC i elements d'unió.                                                   | 38        | 21,10 €      | 801,80 €     |
| ut     | Arqueta per a protecció d'elements d'instrumentació                                                                               | 29        | 73,99 €      | 2.145,71 €   |
| m      | Canonada d'inclinòmetre doblement ranurada en alumini anoditzat                                                                   | 120       | 27,77 €      | 3.332,40 €   |
| m      | Vareta d'acer de 25mm de diàmetre per a referència topogràfica profunda i\ maniguets d'entrocament i vaina de protecció exterior. | 54        | 22,36 €      | 1.207,44 €   |
| ut     | Fita de control topogràfic en acer inoxidable per a mesures de precisió i arqueta metalica amb tapes                              | 16        | 238,72 €     | 3.819,52 €   |
| ut     | Fita d'anivellament de formigó hm-20 de 30x30x30cm amb clau per al control topogràfic d'assentaments                              | 16        | 124,24 €     | 1.987,84 €   |
| ut     | Piezòmetre de corda vibrant completament instl-lat a profunditats compreses entre 5 i 20m i cablejat fins caseta de control       | 13        | 901,15 €     | 11.714,95 €  |
| m      | Canonada per a piezòmetre obert de 51mm de pvc i engravillat                                                                      | 83        | 23,92 €      | 1.985,36 €   |
| ut     | Placa d'assentament, amb un metre de vareta, canonada de protecció de PVC o formigó i referència topogràfica inoxidable.          | 6         | 199,89 €     | 1.199,34 €   |

|    |                                                                                                                                                                                                       |     |             |             |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-------------|-------------|
| ut | Cel·lula de pressió de 3 mpa de rang i precisió de 0,5% de fons d'escala i p.p. de cablejat, instal·lació i centralització en armari d'intemperie.                                                    | 13  | 817,93 €    | 10.633,09 € |
| ut | Caseta de control i instal·lació de panells.                                                                                                                                                          | 4   | 3.106,60 €  | 12.426,40 € |
| ut | Jornada d'equip de topogràfica format per topògraf, auxiliar (ajudant) i equips                                                                                                                       | 13  | 358,20 €    | 4.656,60 €  |
| ut | Mobilització d'equip de perforació en superfície                                                                                                                                                      | 6   | 700,27 €    | 4.201,62 €  |
| ut | Emplaçament d'equip de perforació en punts d'instal·lació de piezòmetres, inclòmetres, extensòmetres o bases profundes.                                                                               | 22  | 111,50 €    | 2.453,00 €  |
| m  | Perforació desde superfície a destrossa amb 116 mm o inferior i muntatge cimentat i instal·lat en arquetes de referencia d'anivellament, inclinòmetre, extensometres, piezòmetres segons correspongui | 275 | 95,90 €     | 26.372,50 € |
| ut | Regleta d'anivellació per al seu control topogràfic d'edificis                                                                                                                                        | 16  | 16,78 €     | 268,48 €    |
| ut | Electronivell muntat en barres rígides de 2 m totalment instal·lat                                                                                                                                    | 5   | 1.395,80 €  | 6.979,00 €  |
| ut | Mesurador de juntes / fissures en dos dimensions (obertura i cizallament) amb transductors de desplaçament centralitzat                                                                               | 5   | 1.573,44 €  | 7.867,20 €  |
| ut | Prisma per a medició amb teodolit motoritzat                                                                                                                                                          | 6   | 192,13 €    | 1.152,78 €  |
| ut | Suministre, muntatge i manteniment de teodolit automàtic programable i motoritzat                                                                                                                     | 2   | 39.828,47 € | 79.656,94 € |
| ut | Xapa d'hacer perforat de 2 mm de gruix, amb perforacions de 20 mm de diàmetre i dimensions 100x100 cm                                                                                                 | 6   | 7,71 €      | 46,26 €     |
| ut | Pern de convergència per a cinta extensomètrica de mesura de convergències en túnel                                                                                                                   | 54  | 2,88 €      | 155,52 €    |
| ut | Diana de punteria per a mesures de convergència per sistema de lectura amb làser en túnel.                                                                                                            | 16  | 11,75 €     | 188,00 €    |
| ut | Muntatge d'un pern o diana de punteria per a convergència en túnel.                                                                                                                                   | 35  | 20,92 €     | 732,20 €    |
| m  | Perforació a l'interior del túnel de 116 mm o inferior i muntatge, cimentat i instal·lat per a extensòmetres                                                                                          | 35  | 78,27 €     | 2.739,45 €  |
| m  | Vareta d'acer per a recrescut de placa de seient i p.p. de maniguets d'unió en túnel.                                                                                                                 | 6   | 29,91 €     | 179,46 €    |
| m  | Canonada de PVC per a extensometre incremental amb marques ABS en túnel                                                                                                                               | 29  | 129,07 €    | 3.743,03 €  |
| ut | Cèl·lula elèctrica de mesura de carga d'ancoratges, de 1500 kN de capacitat i 5 km de precisió en túnel.                                                                                              | 5   | 1.220,90 €  | 6.104,50 €  |
| ut | Parella de cèl·lules de pressió radial de 5 mpa de rang i tangencial de 35 mpa de rang i precisió de 0,5 % en túnel.                                                                                  | 5   | 1.258,09 €  | 6.290,45 €  |
| ut | Cèl·lula de pressió total de 5 mpa de rang i precisió de 0,5 % de fons                                                                                                                                | 6   | 768,63 €    | 4.611,78 €  |
| ut | Extensòmetre de corda vibrant de sensibilitat 1x10 <sup>-6</sup> mm i rang 3x10 <sup>-3</sup> mm en túnel.                                                                                            | 6   | 311,54 €    | 1.869,24 €  |
| m  | Vareta d'acer de 25 mm de diàmetre per a referencia topogràfica profunda i maniguets d'entroncament i vaina de protecció exterior en túnel.                                                           | 6   | 23,86 €     | 143,16 €    |
| ut | Capçal automatitzat per a extensòmetre de vareta simple en túnel.                                                                                                                                     | 6   | 713,75 €    | 4.282,50 €  |
| ut | Element de fons per a vareta extensomètrica en túnel.                                                                                                                                                 | 6   | 75,57 €     | 453,42 €    |
| ut | Punt de centralització en armari estanc per a lectura de senyal de sensor amb protecció IP55 en túnel.                                                                                                | 13  | 51,47 €     | 669,11 €    |

|    |                                                                                                           |     |          |             |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|----------|-------------|
| m  | Cable per a centralització de sensors en túnel                                                            | 221 | 3,53 €   | 780,13 €    |
| m  | Assaig de comprovació en buits en el revestiment de la volta amb georadar i p.p. del corresponent informe | 112 | 13,68 €  | 1.532,16 €  |
| ut | Lectura manual d'instrumentació geotècnica                                                                | 11  | 716,40 € | 7.880,40 €  |
| ut | Lectura manual d'instrumentació geotècnica amb pernocta                                                   | 35  | 955,20 € | 33.432,00 € |
| ut | Informe de resultats de les investigacions, assaigs, instrumentació...                                    | 11  | 716,40 € | 7.880,40 €  |
| ut | Dinaplaca 600 mm                                                                                          | 16  | 77,61 €  | 1.241,76 €  |
| ut | Trepant en solera de túnel                                                                                | 6   | 119,40 € | 716,40 €    |

Suma 270.533,30 €

|    |                                                    |   |             |             |
|----|----------------------------------------------------|---|-------------|-------------|
| PA | Partida alçada a justificar per a petites despeses | 1 | 22.707,28 € | 22.707,28 € |
|----|----------------------------------------------------|---|-------------|-------------|

|              |                     |
|--------------|---------------------|
| <b>TOTAL</b> | <b>911.581,20 €</b> |
|--------------|---------------------|

**LOT 2: Assistència tècnica 24/7 d'especialista en riscos geològics i geotècnics.**

| UNITAT | CONCEPTE                                                                                                                                                                                                                                                   | AMIDAMENT<br>TOTAL | PREU UNITARI | PREU<br>PARCIAL     |
|--------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|--------------|---------------------|
| u/mes  | Disponibilitat diària del Tècnic especialista en desmunts, inclosos festius"                                                                                                                                                                               | 48,00              | 1.800,00 €   | 86.400,00 €         |
| ut     | Visita del tècnic especialista i redacció de nota tècnica que inclogui antecedents, treballs realitzats, avaluació i conclusions                                                                                                                           | 450,00             | 600,00 €     | 270.000,00 €        |
| ut     | Visita de tècnic i redacció d'informe que inclogui antecedents, treballs realitzats, avaluació, valoració econòmica i conclusions                                                                                                                          | 150,00             | 720,00 €     | 108.000,00 €        |
| ut     | Redacció memòria valorada per a l'actuació en actius geotècnics segons el SGAG, per part del Tècnic especialista, que inclogui antecedents, treballs realitzats, avaluació, dimensionament i justificació de solucions, valoració econòmica i conclusions. | 60,00              | 3.500,00 €   | 210.000,00 €        |
| ut     | Visita tècnica amb suport UAS per a l'avaluació de vessants i túnels                                                                                                                                                                                       | 10,00              | 6.000,00 €   | 60.000,00 €         |
| ut     | Partida alçada a justificar de mitjans auxiliars per la realització de les tasques de reconeixement, neteges, estassada, camins d'accés o treballs verticals                                                                                               | 1,00               | 16.828,00 €  | 16.828,00 €         |
|        |                                                                                                                                                                                                                                                            |                    | <b>TOTAL</b> | <b>751.228,00 €</b> |

**LOT 3: Inspecciones bàsiques, principals i especials del Sistema de Gestió d'Actius Geotècnics.**

| UNITAT | CONCEPTE                                                                                                                                                | AMIDAMENT TOTAL | PREU UNITARI | PREU PARCIAL          |
|--------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|--------------|-----------------------|
| ut     | Visita de camp. Inspecció de l'actiu geotècnic. Inclou visita acompanyat o no per la DO per a assessorament tècnic.                                     | 230             | 580,00 €     | 133.400,00 €          |
| ut     | Inspecció principal. Informe Tècnic d'actiu geotècnic. Informe que reculli antecedents, desenvolupament de la visita i conclusions tècniques.           | 70              | 3.200,00 €   | 224.000,00 €          |
| ut     | Inspecció especial. Informe tècnic d'actiu geotècnic. Inclou model de càlcul amb avaluació, plans de detall, recomanacions d'actuació i pressupost.     | 65              | 5.800,00 €   | 377.000,00 €          |
| ut     | Informe de recomanacions tècniques d'actuació a túnel, talús en desmunt, terraplè. Inclou memòria, plànols, mesurament d'unitats i pressupost.          | 35              | 9.600,00 €   | 336.000,00 €          |
| ut     | Projecte de rehabilitació de túnel, talús en desmunt, terraplè. (Lmàxim 100m)                                                                           | 5               | 24.100,00 €  | 120.500,00 €          |
| ut     | Partida alçada a justificar de mitjans auxiliars per la realització de les tasques d'inspecció, neteges, estassada, camins d'accés o treballs verticals | 1               | 27.720,00 €  | 27.720,00 €           |
|        |                                                                                                                                                         |                 | <b>TOTAL</b> | <b>1.218.620,00 €</b> |



## **ANNEX 2. INSTRUCCIONS GENERALS PER A TREBALLS GEOLÒGIC-GEOTÈCNICS**



## **I. TREBALL I ASSAIGS DE CAMP**

### **1.1. Condicions generals**

Per a l'execució dels treballs de camp deurà disposar-se d'autorització del titular del terreny. El Consultor enviarà puntualment copia al Director del Contracte de tots els permisos sol·licitats amb el registre d'entrada de l'organisme corresponent, així com de totes les contestacions rebudes.

Tots els equips de treball deurà estar en bones condicions durant el desenvolupament de la campanya. Si a judici de la Direcció algun equip fos inadequat, deurà ser reemplaçat per altre a càrrec del Consultor.

Els treballs de camp s'efectuaran en el emplaçament previst en el Projecte de Reconeixements. No seran d'abonament aquelles investigacions desplaçades de la seva posició que no hagin sigut aprovades prèviament per la Direcció, que no hagin estat realitzades seguint les especificacions d'aquest Plec o els resultats dels quals siguin incorrectes o dubtosos per causes imputables al Consultor. En tal cas la Direcció podrà demanar repetir els treballs a càrrec del Consultor.

Cada equip de treballs de camp (sondejors, calicates, estacions geomecàniques, etc.) haurà de tenir a peu d'obra, determinats mitjans d'ajuda per a la classificació i descripció del terreny. Entre aquests, es consideren com a imprescindibles els següents: martell i brúixola de geòleg, lupa, metre de fuster, càmera fotogràfica, escleròmetre, penetròmetre de butxaca, aparell vane-test de butxaca, sonda piezomètrica elèctrica que permeti assolir la màxima profunditat perforada i àcid clorhídric diluït per a la determinació qualitativa del contingut de carbonats.

La situació dels sondejors, calicates i penetròmetres es determinarà preferentment per mètodes topogràfics clàssics, deuen quedar localitzades per referències a punts fixos ben identificats. En aquest cas, la cota serà determinada per a nivell anivellació geomètrica. En el cas d'utilitzar-se sistemes de posicionament per satèl·lit GPS, l'error en coordenades (x,y,z) deurà ser inferior a 5 m, en tal cas, s'elaborarà una nota tècnica a entregar al Director del Contracte en la que es reculli la precisió del mètode.

### **1.2. Sondejors mecànics**

Mostres en sac o inalterades o la realització d'altres assaigs.

Situació de sondejors

Els sondejors es portaran a terme en els punts previstos en el projecte de reconeixements, a on les dades obtinguts permetin assegurar el compliment de l'objecte de la seva perforació, tenint cura de minimitzar l'ocupació de vials, l'afecció al trànsit i la pertorbació de l'entorn.

En els llocs a sondejar en que hagin de ser tingudes en compte mesures de seguretat per a protecció de serveis urbans o instal·lacions soterrades, es farà



prèviament la preparació del terreny amb els mitjans auxiliars adequats. Si fos necessari, es realitzaran calicates per mitjans manuals fins superar la profunditat d'aquests serveis.

S'insistirà en que es mantingui la neteja de l'àrea de treball, havent de respectar les normes de seguretat en les diferents maniobres i la utilització dels E.P.I (equipo de protecció individual) per part dels sondistes. Es posarà especial atenció en la delimitació del perímetre de l'àrea de treball per evitar l'entrada a personal aliè als treballs o que no disposi de les mesures de protecció reglamentaries.

Així mateix s'observarà que el material estigui en tot moment en bones condicions, amb objecte d'evitar accidents o incidents i aconseguir que els resultats obtinguts siguin del tot fiables.

Les boques dels sondejos acabats quedaran protegides amb tapes metàl·liques i estaran enrasades amb el terreny o vial, disposant sistemes d'obertura amb eines específiques, preferiblement clau Allen, que permetin la mesura regular del nivell piezomètric. Es col·locarà una arqueta a cada boca de sondeig i finalitzada amb morter.

Es procedirà a l'adequat tancament i compactació dels pous de decantació de llots immediatament després de finalitzats els sondejos, així com la seva senyalització, per motius de seguretat, mentre romanguin obertes durant la execució dels mateixos.

A petició expressa del Director de l'Estudi es podrà procedir al segellat dels sondejos. Aquesta operació es realitzarà sempre d'avall a dalt.

Els punts investigats seran fotografiats abans, durant la realització dels sondejos i després de finalitzats aquests.

Haurà de comunicar-se, amb la deguda antelació i per escrit, la data d'arribada al tram, PI (tipus de màquina i propietat de cada sonda conforme al pla de treballs previst aprovat. Haurà de comunicar-se la sortida de cada sonda i el motiu.

### Prescripcions generals

Els sondejos mecànics es realitzaran a rotació, amb recuperació continua de testimoni. Puntualment, si les circumstàncies ho requereixen, i sempre a indicació de la Direcció, es podrien emprar altres sistemes de perforació.

Ocasionalment el Director del Contracte podrà ordenar o autoritzar la perforació a rotopercusió, amb o sense recuperació del detritus i amb la intubació que es precisi per altres operacions o assaigs posteriors.

El diàmetre del trepant en sondejos en sòls serà sempre igual o superior a 101 mm (amb un diàmetre de testimoni igual o superior a 84 mm), i en sondejos en roca,



perforats amb sistema convencional, a 86 mm amb un diàmetre del testimoni igual o superior a 72 mm. S'empraran, en tot cas, diàmetres de perforació suficients per a garantir que s'assoliran el fons del sondeig amb aquests diàmetres mínims. qualsevol canvi en els diàmetres mínims deu estar prèviament justificat per el Consultor i autoritzat per la Direcció.

S'emprarà maquinària de perforació de característiques apropiades per a assolir la profunditat prevista, no sent d'abonament els sondejos que no assoleixin aquesta profunditat. En cas de pèrdua del sondeig o de no assolir la profunditat requerida, el Consultor deurà repetir el sondeig al seu càrrec o reperforar-lo.

Per establitzar els sondejos, quan es perfori amb adició d'aigua, si fos necessari, s'utilitzarà intubació metàl·lica. En cap cas la intubació penetrarà en el terreny a més profunditat que la prevista per a l'execució d'assaigs presa de mostres.

En tots els casos el fons de la perforació deurà netejar-se convenientment abans de realitzar qualsevol operació de presa de mostres o assaigs, no admetent-se en el fons del sondeig un espessor de sediments més gran de 5 cm. La neteja del fons s'efectuarà de manera que s'asseguri que el solsa assajar no resulti alterat per l'operació.

En sols, excepte condicions especials de duresa o altres circumstàncies, es farà la perforació en sec. En qualsevol cas, en sòls cohesius es deurà obtenir no menys del 95 % de recuperació, i en sòls granulars no menys del 90%.

En els sòls granulars s'efectuaran assaigs de penetració estàndard (S.P.T.), a intervals no majors de 2,0 m i sempre que canviï la naturalesa del terreny.

En els sòls cohesius es prendran mostres inalterades a intervals no majors de 4,0 m mitjançant presa de mostres de paret prima o gruixuda, intercalades amb assaigs de penetració estàndard i/o testimonis parafinats, de manera que s'obtingui una mostra o es realitzi un assaig com a molt cada 2,0 m. S'evitarà la pràctica de realitzar sistemàticament un assaig S.P.T. a continuació d'una presa de mostra inalterada.

S'intensificarà la presa de mostres en els metres més superficials, reduint l'interval entre preses a 1,5 metres.

En els casos en que l'elevada duresa del terreny no permeti prendre mostres inalterades convencionals, es parafinaran porcions representatives del testimoni obtingut. En cap cas es prendrà testimonis parafinats en trams de terreny en que puguin prendre's mostres inalterades

En els sondejos en sòls es procedirà a efectuar un assaig S.P.T. al finalitzar el sondeig. En sondejos en roca es prendrà un testimoni parafinat.

Quan es detectin sòls tous es procedirà al mostreig mitjançant el mostrejador de paret prima.



No obstant, el Director de l'Estudi podrà canviar la metodologia de presa de mostres o assaigs si ho consideren oportú, en funció de les característiques del terrenyi/o profunditat de les prospeccions.

Quan es perfori amb adició d'aigua, el nivell de la mateixa en el sondeig es mantindrà en tot moment a l'alçada del nivell piezomètric o lleugerament per sobre del mateix. Tant l'eina de perforació, com el mostrejador de l'assaig S.P.T., es retiraran lentament, mantenint una aportació continua d'aigua a fi d'evitar el possible afluiament del sòl.

Quan es tracti de sondejos pera la investigació de la fonamentació d'estructures i es trobi un estrat potent de roca, es penetrarà en ella un mínim de cinc (5) metres, llevat autorització expressa en contrari.

En tot cas, la longitud realment executada de tots els sondejos estarà justificada en base a les característiques geotècniques del terreny travessat i a la tipologia i característiques de la fonamentació proposada.

En roca, es perforarà a rotació, utilitzant bateria doble i amb extracció de testimoni continu. Les corones de perforació seran les més adequades a les característiques del terreny. Si les recuperacions obtingudes fossin suficients i la qualitat del testimoni adequada, a judici de la Direcció, aquesta podrà autoritzar al Consultor la utilització de bateria senzilla.

El Consultor deurà controlar la velocitat i la pressió de la perforació, caudal i pressió d'aigua i longitud de carrera, amb vistes a assolir la màxima recuperació de testimoni possible. A aquest respecte, si la Direcció ho demanés, es procedirà al registre continu dels principals paràmetres de perforació, tant analògica com digitalment. Els paràmetres a registrar seran principalment els següents: velocitat d'avançament, revolucions per minut, par de rotació, càrrega sobre la corona, pressió d'injecció, caudal d'injecció, etc.

En sondejos inclinats amb longitud superior a 70 metres deurà mesurar-se i registrar-se la desviació produïda.

Si es trobessin formacions toves o molt fracturades, el Consultor prendrà les precaucions necessàries pera mantenir el testimoni tan inalterat com sigui possible i aconseguir-la seva recuperació. En sols meta estables, molt sensibles a l'adició d'aigua, deurà limitar-se l'aportació d'aigua al sondeig, realitzant en sec la maniobra anterior a la presa de mostres o assaigs de penetració.

En algunes condicions d'especial dificultat de recuperació de testimoni, la Direcció podrà ordenar la utilització de bateries especials, refrigerades per aire, i/o la utilització de bateries triples, dotades de camisa de fibra de vidri, bateria bipartides o altres

En roca, la longitud de carrera no serà en cap cas major de tres (3) metres. En formacions toves o fracturades, aquesta longitud no deurà excedir d'un metre i mig (1,5 m), reduint-se inclús a mig (0,5) metre si fos aconsellable.



Una vegada extret el tub porta testimonis del sondeig, es traurà el testimoni del mateix acuradament col·locant-lo a la canaleta. Es considerarà com element imprescindible la utilització de canaleta per a la col·locació del testimoni. Una vegada disposat tot el testimoni recuperat a la canaleta, es mesurarà la recuperació obtinguda, s'anotará si "manca" o "sobra" testimoni i s'anotará la causa. A continuació es tallarà i col·locarà correctament a la caixa porta testimonis subministrada per el Consultor, seguint la seqüència en que fos obtingut i començant sempre per el final, disposant separadors entre les diferents maniobres realitzades i delimitant les cotes de presa de mostres (S.P.T., mostres inalterades, testimonis parafinats, etc.). En cas de pèrdua de testimoni s'indicarà a la caixa corresponent.

A més a més del percentatge de recuperació, es determinarà per a tots els testimonis materials rocosos l'índex de qualitat de roca (RQD). Aquelles fractures que evidencien haver sigut produïdes durant la perforació o manipulació dels testimonis, no es consideraran com a tals als efectes de determinar l'índex RQD.

La testificació geologic-geotècnica deurà realitzar-se "in situ" de manera simultània a la perforació o immediatament després de la mateixa, sense retardar-se. La zona de treball per a realitzar-la estarà fora de perill, de caigudes accidentals de materials, a on no s'entorpeixin les tasques del sondista, on no s'acumuli o circuli aigua i amb espai suficient per a poder estendre les caixes del sondeig.

El sondista deurà portar un registre o part de camp continu de l'execució de cada sondeig, en el que el sondista faci constar com a mínim les següents dades: maquinària i equips utilitzats, dates d'execució, coordenades i cota de boca, operacions realitzades, columna estratigràfica i descripció dels terrenys trobats indicant en quins trams s'ha perforat en sec i quals amb adició d'aigua o altres fluïts autoritzats. També s'inclouran els resultats dels assaigs de penetració realitzats, situació i característiques de les mostres obtingudes, guanys i/o pèrdues del líquid de perforació, cotes del nivell freàtic i d'altres nivells aquífers, recuperacions obtingudes i diàmetre del sondeig i quantes incidències s'hagessin produït durant la perforació. Aquest registre podrà ser sol·licitat per la Direcció del Contracte.

El tècnic supervisor deurà portar també un registre del sondeig, amb el contingut mínim que es detalla en aquest Plec. Aquest registre o part de camp, executat en temps real, deurà estar en tot moment a disposició del Director del Contracte i per a comprovació de la marxa del sondeig. Una vegada acabat el sondeig, s'entregarà al menys una copia del part de camp a la Direcció.

La classificació i descripció dels sòls i roques s'efectuarà d'acord als criteris de les Societats Espanyoles de Mecànica de Sòls i Roques i de les prescripcions indicades en aquest Plec.

### **1.3. Assaigs de penetració estàndard**

Tant l'equip utilitzat com el procediment operatiu de l'assaig s'ajustarà a lo establert a la Norma UNE-EN ISO22476-3. No obstant, si el mostrejador, penetra els 450 mm



indicats en la mateixa, seguint una norma de bona pràctica es clavarà el mostrejador altres 150 mm més anotant el golpeig corresponent. La longitud del mostrejador s'ajustarà a la longitud assajada.

Es disposarà d'un certificat de calibratge del valor d'Er sota el cap d'impacte o enclusa, pera cadascun dels equips utilitzats.

#### Presa de mostres inalterades i testimonis parafinats

El mostrejador de paret prima, per reconèixer els sòls tous, tindrà de 1 a 2 mm de gruix, longitud mínima de 45 cm i diàmetre mínim interior de 70 mm. No podran utilitzar-se mostrejador de diàmetres inferiors sense l'aprovació de la Direcció. Aquest tipus de mostrejador, en número raonable, amb els complements necessaris per el seu ús, estarà permanentment a obra com dotació bàsica de l'equip de sondejos. Abans de procedir a la presa d'una mostra, es retiraran tots els materials solts o alterats del fons del sondeig. La presa de la mostra s'efectuarà a velocitat constant, inflat lentament el mostrejador en el terreny mitjançant pressió.

El mostrejador seccionat, pera reconèixer-la resto de sols, serà de paret gruixuda de 4 mm de gruix, longitud mínima 60 cm i diàmetre mínim interior de 70 mm. La seqüència i demés condicions de hinca d'aquests mostrejador seran les mateixes que pera la realització de l'assaig SPT amb idea de facilitar la correlació del colpeig amb aquest assaig SPT. Una vegada clavat el mostrejador, la mostra es tallarà del terreny per rotació, traient-li seguidament el mostrejador amb les degudes precaucions.

Extret el mostrejador i separat el barnillatge, s'eliminaran acuradament al menys 3,0 cm de la mostra per ambdós extrems i s'ompliran immediatament els buits amb parafina líquida. Els extrems del tub que allotja a la mostra deuran protegir-se amb tapes acuradament ajustades. Els tubs que continguin les mostres s'etiquetarà pera la seva identificació, emmagatzemant-se acuradament per al seu enviament al laboratori. Amb anterioritat al segellat de la mostra es procedirà a clavar el penetròmetre de butxaca i l'aparell *vane-test* de butxaca, en els extrems de la mateixa, anotant les mesures obtingudes.

Quan la resistència del terreny sigui elevada impeding la presa de mostres inalterades o la realització d'assais SPT de longitud suficient per al seu posterior assaig en el laboratori i el terreny sigui cohesiu, es substituirà la presa de mostra inalterada per el parafinat d'un tros del testimoni obtingut de la major longitud possible (> 35 cm). Aquestes porcions, prèvia neteja superficial, es recobrirà amb material no absorbent, i el conjunt es protegirà amb un bany de parafina, de gruix suficient per assegurar la invariabilitat de les seves condicions d'humitat. En circumstàncies especials, la Direcció podrà autoritzar altres sistemes de protecció de les mostres, sempre que es garanteixi la seva inalterabilitat. El diàmetre mínim de les mostres parafinades serà de 70 mm. Cada porció de testimoni seleccionat s'etiquetarà pera la seva correcta identificació.

Les Normes d'aplicació pera la presa de mostres inalterades en sondejos seran la ASTM D-3550/84 y ASTM D-1587/94.



## 1.4 Presa de mostres d'aigua

Quan es trobi aigua en el terreny en algun dels punts de reconeixement (sondejos, calicates, etc.), es procedirà a la presa de mostres per estudiar-la seva agressivitat i/o qualitat, garantint sempre que es tracta de l'aigua del propi terreny. Si s'hagués perforat amb addició d'aigua, a més a més de la mostra d'aigua del propi terreny, s'adjuntarà una mostra de l'aigua utilitzada per perforar.

Les mostres d'aigua s'envasaran en recipients nets de plàstic o vidre, dotats de tancament hermètic, procedint-se a l'omplert dels mateixos després d'eixugar-los amb l'aigua a mostrejar. Cada una de les mostres s'etiquetarà; correctament indicant la seva procedència.

La presa de mostra d'aigua per anàlisi químics s'executarà d'acord a lo establert en la Norma UNE 41.122/95.

### Mesures del nivell piezomètric

El Consultor deurà portar un registre del nivell piezomètric en tots els sondejos, no només durant la perforació, sinó també després la seva finalització, al menys fins a la finalització de la campanya de camp. Si durant l'execució del sondeig s'utilitzaran llots bentonítics, o gels especials de perforació, es netejarà una vegada estigui finalitzat mitjançant circulació d'aigua neta. La utilització de llots bentonítics o gels especials precisarà l'aprovació prèvia del Director, en especial si es pretén realitzar posteriors assaigs de permeabilitat.

Després la finalització de cada sondeig, s'introduirà en aquest un tub perforat o ranurat, de PVC o galvanitzat, per la mesura del nivell piezomètric possibles comprovacions de la profunditat del sondeig. Aquest tub tindrà un diàmetre útil entre 6D i 100 mm, les seves unions aniran soldades o roscades i el seus extrems es taparan i protegiran adequadament. No seran d'abonament tubs de diàmetre inferior a l'indicat.

Els tubs piezomètrics s'anivellaran acuradament, deixant en l'extrem lliure una referència de nivell. El Consultor prendrà les mesures necessàries per evitar l'aterrament o obstrucció del sondeig abans de la col·locació del tub piezomètric. Si fos necessari, el tub col·locarà abans de retirar completament d'intubació. Els tubs, amés a més de permetre el control diferit del nivell piezomètric, podran ser utilitzats en el seu moment per l'emplenat u obturació dels sondejos. Si estigués previst realitzar algun assaig especial en l'interior del sondeig, es preveurà la col·locació d'un revestiment provisional de les característiques que es precisin.

En els sondejos en execució es controlarà la posició de l'aigua en els mateixos, indicant la profunditat a que es troba el sondeig, el nivell assolint per l'aigua i la data i hora de les lectures.

Durant la realització de la campanya de camp el Consultor efectuarà diàriament un mesurament del nivell piezomètric en tots els sondejos finalitzats fins a la seva estabilització. Una vegada estabilitzat aquest, les mesures podran espaiar-se fins un mesurament per setmana. Com a criteri general es considerarà que un nivell està



estabilitzat quan no existeixin diferències en les mesures efectuades al llarg d'una setmana. La Direcció podrà modificar aquesta seqüència de mesures, en funció de les característiques hidrogeològiques existents.

Quan es perfori en sec, s'anotarà el nivell al que es va detectar per primera vegada l'aigua i la posterior evolució dels nivells d'aquesta. Si es perfora amb aigua, deurà realitzar-se sempre un buidatge de la mateixa, total o parcial, al finalitzar el sondeig, controlant els nivells de buidatge i les possibles recuperacions de nivell, de manera que pugui garantir-se la posició del possible nivell piezomètric. Per tant el Consultor deurà disposar, a peu d'obra, del adequat equip per a realitzar buidatges. La Direcció podrà sol·licitar buidatges addicionals si les condicions hidrogeològiques així ho requereixin.

El Consultor portarà un registre de aquests nivells, en el que s'indiqui per a cada sondeig la data de finalització, profunditat del sondeig, mesurament del nivell al finalitzar el sondeig, mesurament després el buidatge i successives mesures. Aquest registre contindrà informació sobre la natura dels nivells indicant si corresponen, al seu judici, a nivells freàtics, nivell penjats, etc., així com a sobre les incidències que puguin haver influït en els nivells mitjans, tals com pluges, regs, marees, etc.

En el cas de sondejors surgents, es procedirà al control dels caudals de surgència amb un ritme de mesures ajustat a la magnitud dels mateixos i s'instal·laran manòmetres en les boques dels sondejors.

Si es considerés necessari, el Consultor proposarà a la Direcció la instal·lació de piezòmetres tancats (preferentment de corda vibrant) en l'interior del sondeig. El sensor del piezòmetre tindrà una precisió superior al 0,5%, i un rang de mesura suficient per a les pressions esperades. Si en un mateix sondeig es volguessin determinar els nivells piezomètrics dels possibles aqüífers interceptats en el mateix, s'aïllaran aquest disposant beurada de ciment, bentonita-ciment o bentonita granular entre un i altre piezòmetre. Totes les operacions de subministrament, transport, col·locació, engravillat, segellat, cablejat i temps d'espera estan incloses en la unitat corresponent.

Els diferents piezòmetres de corda vibrant col·locats en un sondeig, disposaran dels seus corresponents cables connectats a una caixa de borns amb protecció a la intempèrie. El Consultor entregarà a la Direcció un esquema amb la disposició dels piezòmetres en cada sondeig i proposarà la seqüència de les mesures a realitzar. Així mateix, deurà entregar un certificat de calibratge dels mateixos amb les constants de conversió freqüència-pressió i la lectura de pressió zero.

#### Assaigs de permeabilitat "in situ"

Si les característiques de l'obra a projectar o del propi terreny ho aconsellen, es procedirà a la realització d'assaigs de permeabilitat "in situ". El tipus d'assaig, preferentment Lugeon o Lefranc, es decidirà segons la naturalesa i estat del terreny.



En roca es realitzaran assaigs Lugeon, reservant-se els assaigs Lefranc pera sols i roques molt fracturades. Qualsevol altre tipus d'assaig de permeabilitat "in situ" requerirà l'autorització prèvia de la Direcció.

L'assaig Lugeon es realitzarà durant l'execució del sondeig, començant per el fons i de forma ascendent, o una vegada finalitzat aquest. Pera això s'injectarà aigua a pressió, en esglaons successius de càrrega i descàrrega de 0, 1, 2, 5 y 10 kp/cm<sup>2</sup>, mantenint la pressió constant en cada esglaó durant un període de 10 minuts i mesurant les admissió produïdes. S'assajaran trams de sondeig d'uns 5 m, aïllant el tram d'assaig de la resta mitjançant dos obturadors, o un sol si l'assaig es realitza en el fons del sondeig. S'utilitzaran preferentment obturadors inflables.

La injecció es realitzarà mitjançant bomba, mesurant la pressió amb manòmetre el volum injectat amb un comptador d'aigua o un recipient tarat. S'utilitzaran bombes de 150 l/min quan es treballi a una pressió de 10 l<p/cm<sup>2</sup>. Deuran sempre assolir-se els 10 kp/cm<sup>2</sup>, excepte en roques toves en les que es recomana no superar els 5 kp/cm<sup>2</sup>.

Els resultats de l'assaig Lugeon es representaran en funció de la profunditat, deforma gràfica, en unitats Lugeon, o caudal d'admissió en l/min x m en funció de la pressió assajada, indicant també el coeficient de permeabilitat equivalent.

L'assaig Lefranc es realitzarà en l'interior d'un sondeig, durant la seva execució o una vegada finalitzat, pera determinar el coeficient de permeabilitat k en sols permeables o semipermeables de tipus granular (al·luvials, sorra, llim) amb velocitat de flux lenta i situats sota el nivell freàtic, o en roques molt fracturades.

Aquest assaig es podrà realitzar mesurant els cabals (a règim permanent) o mesurant els nivells (a règim variable). Si durant la seva execució la inestabilitat del terreny ho aconsellarà, es procedirà a omplir amb graveta el tram d'assaig.

En l'assaig Lefranc a règim permanent, com a norma general, deurà mesurar-se el cabal d'admissió cada 5 minuts, mantenint constant el nivell a la boca del sondeig durant 45 minuts. Si l'admissió es molt alta, deurà mesurar-se cada minut durant els 20 primers i després cada 5 minuts fins arribar als 45 minuts. El k del tram serà la mitjana de tots els valors obtinguts. S'utilitzarà sonda elèctrica, cronòmetre i mesurador de volums d'aigua.

L'assaig a règim variable es realitzarà preferentment de manera descendent. La càrrega màxima d'aigua no excedirà de 10 metres mesurats des de el centre de la càmera filtrant i la longitud d'aquesta no excedirà de 5 m. S'utilitzarà sonda elèctrica i cronòmetre, realitzant-se al menys 5 observacions prenent els temps d'observació d'acord a la velocitat de descens/ascens del nivell d'aigua en el tub. Pera cada una es registrarà la profunditat del tram assajat i demés dades geomètrics, així com a les successives posicions de la làmina d'aigua amb el temps. Els punts d'observació es representaran en una gràfica descensos/temps.

A cada sondeig de túnel deurà realitzar-se, al menys, un assaig de permeabilitat "in situ", Lugeon o Lefranc, realitzat a cota de túnel. En els sondejos en terrenys



al·luvials es realitzarà al menys un assaig Lefranc si es preveu projectar farcits recolzats sobre els mateixos.

En tots els assaigs deurà descriure's sempre la metodologia seguida i indicar-se les relacions pressió-admissió o càrrega d'aigua-admissió pera cada tram assajat, a fi d'estimar la permeabilitat i/o injectabilitat del terreny.

### **1.5. Assaigs de pressiometria i dilatometria**

L'equip a utilitzar per aquests assaigs deurà reunir les condicions adequades al tipus de terreny a assajar, principalment per els diferents rangs de pressions a assolir. En el cas de roques els equips deuran poder assolir fins a 200 kg/cm<sup>2</sup> (cas de l'assaig dilatomètric). Aquestes pressions deuen aplicar-se en varis cicles de càrrega-descàrrega, realitzant-se al menys dotze (12) esglaons per cicle fins assolir la estabilització de les deformacions. La utilització de lames de protecció de la cèl·lula de càrrega només serà autoritzada en el cas de que el terreny contingui graves abundants.

En sòls excepcionalment tous i amb dificultats pera mantenir-se estable perforació prèvia, necessària pera un assaig pressiomètric, pot realitzar-se assaig amb cèl·lula plana (DMT), que no precisi perforació. Aquesta cèl·lula es situa a cota d'assaig mitjançant hınca per empenta hidràulica, preferentment o per colpeig.

#### **Envàs, protecció i transport de mostres**

Totes les mostres i testimonis s'envasaran convenientment per evitar l'alteració durant el transport o emmagatzematge, i s'enviaran amb brevetat possible al laboratori.

Les caixes per a emmagatzematge dels testimonis hauran de protegir-se sempre de la intempèrie retirant-se cada dia al magatzem. Sota cap concepte s'abandonaran a la intempèrie durant la nit en el mateix emplaçament del sondeig. A tal efecte, el consultor disposarà d'un magatzem pròxim a la zona de treballs per l'acopi de les caixes de testimonis.

Les caixes porta testimonis preferentment seran de plàstic. La utilització d'altres materials (fusta, cartró parafinat u altres) deurà ser aprovat prèviament per la Direcció. En terrenys humits o sorrencs saturats no es aconsellable la utilització de caixes de cartró parafinat per la seva escassa durabilitat.

Totes les mostres deuran conservar-se en el laboratori en un ambient de temperatura i humitat controlats. Únicament es procedirà a la obertura dels envasos de les mostres que vagin a assajar-se, i solament en el moment de la realització dels assaigs corresponents. La resta de les mostres deuran conservar-se en condicions òptimes d'humitat i temperatura, al menys durant dotze mesos des de la data de finalització contractual en el laboratori del Consultor o a on aquest proposi prèvia notificació i acceptació de la Direcció. Aquest període "d'arxiu" de mostres serà aplicat a les caixes porta testimonis, amb tots els testimonis obtinguts i no destinats a assaig. Abans de l'eliminació definitiva de les caixes, es deurà notificar per escrit



tal circumstància al Director del Contracte amb una antelació mínima de deu dies a la data d'eliminació.

## **1.6 Calicates**

Les calicates es realitzaran mecànicament fins una profunditat no inferior a 3,5 m, excepte que aparegui roca o que les característiques del terreny o la presència d'aigua ho impedeixi. Les calicates tindran les dimensions necessàries en planta pera permetre la seva inspecció i descripció, la realització de fotografies en color, la obtenció d'eventuals preses de mostra.

En cas d'assolir-se una profunditat inferior a 1,50 metres per impossibilitat de seguir excavant degut a la existència de bolos o encostraments carbonatats o d'altre naturalesa, es repetirà la calicata en un punt pròxim. A efectes de mesurament i abonament computarà una sola calicata. La Direcció podrà requerir la utilització de martell pneumàtic.

La Direcció es reserva la facultat de requerir la utilització de maquinària especial quan consideri necessari assolir majors profunditats.

La presa de mostres s'efectuarà sempre a la paret de la calicata, seleccionant amb precisió el nivell que es vol mostrejar i indicant-se exactament la profunditat del mostreig. En cap cas es prendran mostres del material existent en el fons de la calicata ni a profunditat inferior a mig metre.

Si el fi de la calicata es el d'accedir a una cota o estrat d'interès per a la realització d'un assaig de càrrega amb placa, el fons de la mateixa es deixarà lleugerament per sobre de la cota d'assaig, de manera que aquest excés s'elimini en el moment de la realització de l'assaig pera evitar o disminuir la possible descompressió del terreny, sobre tot si la profunditat fos superior a 1,0 m. Així mateix donaran les dimensions adequades en planta pera permetre la correcta realització de l'assaig i assegurar la estabilitat de les parets.

Abans de procedir a la restitució del terreny extret, si s'observessin indicis d'humitat o traspuï d'aigua, es mantindrà oberta l'excavació al menys durant 30 minuts amb el fi de valorar i estimar la possible permeabilitat del terreny.

Es procedirà al adequat tancament i compactació de les calicates obertes de manera que es restitueixin la totalitat del terreny extret.

Totes les calicates seran descrites per un geòleg, adjuntant un tall estratigràfic del terreny, així com l'estat del mateix en quant a humitat, duresa o compacitat de cada estrat. Durant l'execució de les calicates es procedirà al mesurament de la resistència al tall sense drenatge mitjançant l'aparell *vane-test* de butxaca a les parets de les calicates. Es prendran igualment mesures amb el penetròmetre de butxaca. Si fos necessari, es prendran mostres inalterades en les parets de les calicates.

## **1.7. Presa de mostres en sac**



En les calicates es prendran mostres en sac pera la realització d'assaigs en el número i quantia que es determinin. La quantitat per cada mostra serà la suficient pera poder realitzar al menys granulometria completa, un assaig Proctor modificat i un CBR. Aquesta quantitat serà determinada en funció de la mida màxima dels grans del material. Es considera que el pes de cada mostra deurà ser de al menys uns 60 kg per als materials més fins.

L'envasat de les mostres es realitzarà en sacs de plàstic de suficient consistència per al seu transport i de manera que s'eviti durant el mateix la pèrdua de fins. De cada mostra en sac es prendrà una fracció suficient pera la determinació de la humitat natural. Aquesta fracció es recollirà en un envàs hermètic. Cada envàs serà etiquetat correctament pera la seva identificació utilitzant al menys dos (2) etiquetes adhesives, una de les quals, es col·locarà en l'interior del sac com a mesura de seguretat.

Aquest tipus de mostres es podrà prendre be en superfície, en talls de talús o fronts de canteres, en calicates o en sondejos amb barrina helicoïdal.

La presa de mostres en canteres deu ser al menys de 50 kg i permetrà tenir la quantitat adequada per a la realització de com mínim els assaigs de granulometria i desgast de Los Angeles.

## **1.8. Assaigs de penetració**

Assaigs de penetració dinàmica tipus BORROS y DPSH

Pera l'assaig tipus Borrros s'utilitzarà una punta massissa de 16 cm<sup>2</sup> de secció quadrada i un angle de 90 graus acoblada a l'extrem inferior d'una barra de 32 mm de diàmetre. La maça de colpeix deurà pesar 63,5 kg i l'alçada de caiguda serà de 50 cm.

Pera l'assaig tipus DPSH, s'utilitzarà una punta massissa de 20 cm<sup>2</sup> de secció circular i un angle de 90 graus acoblada a l'extrem inferior d'una barra de 32 mm. La maça de colpeix deurà pesar 63,5 kg i l'alçada de caiguda serà 75 cm. Aquest assaigs s'ajustarà a lo establert la Norma UNE-103 801/94.

Les punta a emprar en qualsevol dels assaigs de penetració dinàmica deuran estar homologades en base a la normativa corresponent. En ambdós assaigs es comptarà i anotarà el número de cops necessaris per a cada 20 cm d'avanç.

Els assaigs de penetració es realitzaran preferentment amb l'equip DPSH. La utilització del penetròmetre tipus Barrows o un altre similar, deu ser autoritzat prèviament per la Direcció.

Tots els assaigs es realitzaran fins assolir un rebuig de 100 cops en 20 cm, o be qualsevol altre rebuig especificat per la Direcció.



En cas de produir-se rebuig a menys de 2 m de profunditat o quan ho consideri precis el Director de l'Estudi per el dubte raonable de la representativitat de l'assaig, d'acord amb les característiques del terreny, es realitzarà altre intent desplaçant l'equip a un punt pròxim l'anterior. A efectes de mesurament no es considerarà l'abonament d'aquests assaigs si, sumant les profunditats assolides en ambdós intents, no es superen els 5 m de longitud.

Els resultats s'adjuntaran en gràfics o corbes de penetració (número de cops obtingut pera cada avanç de 20 cm) suficientment clars. A cada assaig, es reflectirà la localització, cota de boca, data d'execució i quantes observacions puguin ajudar a interpretar els resultats, sobre tot si s'estima que ha pogut produir-se fals rebuig per colpejar sobre algun bolo u altre obstacle aïllat. S'indicarà la profunditat del nivell piezomètric quan sigui possible el seu mesurament. Es registrarà la longitud de barnillatge mullat amb una estimació de la mateixa.

### **1.9. Assaigs de penetració estàtica CPT i CPTU**

Pera la realització dels assaigs de penetració estàtica CPT deuran utilitzar-se equips automàtics amb punta elèctrica, que permetin mesurar independentment la resistència en punta i el fregament lateral. El conus normal (holandès) es farà penetrar en el sol a una velocitat constant i lenta de uns 20 mm/seg i tindrà un angle d'obertura en el vèrtex de 60 i un diàmetre en l'extrem de la punta de 35,7 mm, equivalent a un àrea de 1000 mm<sup>2</sup>. Si el Director de l'Estudi ho consideres oportú podria sol·licitar la utilització de cons diferents pera aplicacions especials. Les característiques geomètriques de l'equip, el procediment de assaig, la seva execució i la presentació de resultats, s'ajustaran a lo establert en la norma UNE-103 804/93.

El dispositiu pera la realització dels assaigs CPTU (piezocono) estarà equipat amb sistemes electrònics d'adquisició de dades i portarà instal·lat un sensor adicional situat en la punta elèctrica que permeti el registre continu en relació al temps, amés a més de la resistència en punta i el fregament per fuste, de les pressions intersticials generades durant la hinca (mitjançant senyals analògiques o acústiques que es transformen en senyals digitals i aquestes es restitueixen en forma gràfica o numèrica mitjançant un ordinador situat en superfície). En funció dels paràmetres a investigar el Director del Contracte podrà sol·licitar la instal·lació adicional d'altres sensors especials.

Assaigs de tall en l'interior de sondejors (*vane-test*)

Es realitzarà conforme a la norma ASTM D-2573.

S'utilitzarà un molinet format per quatre aspes amb relació  $H=2D$ , sent H la alçada de les aspes i D el diàmetre equivalent.

En sols tous, amb  $c_u < 50$  kN/m<sup>2</sup>, es recomana un amida de l'aspa de 75 mm de amplada i 150 mm d'alçada, mentre que en sols més resistents ( $50 < c_u < 100$  kN/m<sup>2</sup>), una mida de 50 x 100 mm.



Aquest assaig no es realitzarà en sols de resistència superior a 100 kN/m<sup>2</sup>.

L'assaig es realitzarà en el fons del sondeig, durant la seva execució o una vegada finalitzat, immediatament després d'haver introduït el molinet a la profunditat requerida, i sempre abans de transcorreguts 5 minuts per evitar distorsió en els resultats. El procediment d'execució de l'assaig requerirà clavar prèviament, per mètodes dinàmics o estàtics, el molinet en el sol fins una profunditat de 5 vegades H i garantir que la vareta no col·labora a fricció. El par giratori en l'extrem lliure del barnillatge s'aplicarà a velocitat constant entre 6 i 12 2/min.

L'assaig requerirà una cadència intensa en la seva execució a cada punt del terreny a investigar (generalment una vegada per metro perforat), La separació mínima entre punts d'assaig al llarg de la perforació serà de 0.5 m.

La profunditat màxima d'execució d'aquest assaig es limitarà a 70 m, depenent de la naturalesa i característiques del sol.

Els resultats inclouran els següents dades: moment giratori necessari pera produir el tall del sol, resistència al tall del sol inalterat i resistència al tall del sòl remolejat

### **1.10. Assaig de càrrega amb placa**

L'assaig de càrrega amb placa circular s'ajustarà a l'establert en la norma NLT 357/98.

En general, s'utilitzaran plaques circulars de 30 cm de diàmetre (La norma contempla utilitzar plaques de 300, 600 i 762 mm). Si ho considera oportú, el Director del Contracte podrà exigir la utilització de determinada mida de placa, així com modificar el rang i seqüència dels esglaons de càrrega. Sempre es realitzaran coma mínim dos cicles de càrrega-descàrrega. Com dispositiu de reacció s'utilitzarà el més adequat a les condicions de l'assaig i de l'emplaçament en que aquest s'efectuï.

Una vegada finalitzat l'assaig, es procedirà a la presa d'una mostra en sac del sol existent sota la placa, per determinar la humitat natural i la densitat seca màxima i humitat òptima. En la zona mes pròxima possible a la ubicació de l'assaig, encara no afectada per les càrregues, es determinarà la densitat i humitat.

Si per a la realització de l'assaig de càrrega amb placa hagués que realitzar una excavació, deurà restituir-se aquesta adequadament, compactant per tongades el material extret, si procedeix, pera lo qual es disposaran, els mitjans de compactació necessaris. Per motius de seguretat, la longitud màxima dels elements d'extensió per a aplicar les càrregues es limitarà a 60 cm. Així mateix, l'excavació no podrà superar 1,5 metres de profunditat, llevat que aquesta quedi inscrita en altre de major mida. En qualsevol cas, el procediment pera realitzar l'assaig deurà requerir l'aprovació prèvia del Director del Contacte



## Assaigs de càrrega amb placa dinàmica

S'efectuaran d'acord amb la normativa ASTM E2835 - 11.

Sempre es realitzaran com a mínim tres cicles d'aplicació de la càrrega, obtenint-se els mòduls dinàmics a cada un d'ells.

### 1.11. Investigació geofísica

Les tècniques geofísiques a aplicar hauran d'escollir-se encertadament en funció de l'aspecte a investigar, la resolució, la penetració i les limitacions de cadascuna d'elles.

Seran realitzades sempre per personal expert en l'ús de les diferents tècniques, tant en les mesures en camp com en el seu processat i interpretació posterior.

Al tractar-se de tècniques amb resultats que s'obtenen per mitjans indirectes, hauran de ser fetes servir amb precaució i la seva interpretació haurà d'estar sempre recolzada en mètodes directes, tals com cartografia geològica de superfície, cates i sondejors, de manera que els seus resultats serveixin d'extrapolació.

Prèviament a l'execució d'una campanya geofísica es farà un reconeixement per la zona objecte d'estudi, amb el fi de verificar les condicions en que es realitzarà està, quedant recollit en el document de Proposta de Campanya.

En els mètodes de prospecció elèctrica, pera profunditats > 50 m, s'haurà de justificar expressament que s'assoliran valors de voltatge en els elèctrodes de potencial suficient para que la qualitat de les mesures sigui bona, mitjançant la utilització d'un voltatge d'injecció mes elevat (>400 V). dispositius electrònics amb baixa 1 ( Wenner), i suficients nivell de investigació.

Els resultats obtinguts dels estudis geofísics es representaran a la mateixa escala del projecte i amb el mateix sistema de representació, pera que les dades geològiques i geofísiques puguin ser comparables d'una manera directa.

Es responsabilitat del Consultor garantir que els aparells emprats estiguin degudament calibrats. S'adjuntarà al projecte de reconeixements els certificats corresponents.

A continuació s'inclouen les prescripcions d'algunes de les tècniques més comuns. L'ús d'altres distintes haurà de comptar amb la 'autorització prèvia de la Direcció, amb previ un informe específic indicant les característiques de la tècnica a utilitzar, el seu objectiu i fiabilitat en base a les seves limitacions i condicions d'utilització.

### Sondeig elèctric vertical {SEV}



S'utilitzarà per a la investigació de discontinuïtats horitzontals del subsòl i posició del nivell freàtic, sempre que existeixin contrastos suficients de resistivitat entre les diverses capes del subsòl, en mitjans estratificats horitzontals o sub horitzontals amb extensió lateral de les capes molt elevada.

En cas de situar-se els SEV a prop de conduccions elèctriques o elements metàl·lics enterrats, es justificarà dins del document de proposta de campanya les condicions en les que es deuen realitzar l'assaig per a obtenir una qualitat òptima en la recollida de dades, per exemple, per a pal·liar o eliminar les pertorbacions d'origen industrial s'utilitzaran elèctrodes MN impolaritzables, etc.

S'utilitzaran preferentment configuracions tipus Schlumberger, havent-se de complir sempre la relació  $MN < AB/5$  i es realitzaran, al menys, 5 mesures per cicle logarítmic. Per a evitar problemes de polarització, s'efectuaran al menys dos cicles d'injecció con polaritat canviada a cada mesura. El valor de potencial espontani (SP) s'obtindrà també a cada mesura.

La utilització de qualsevol altre configuració serà convenientment justificada a la Direcció.

A la ubicació d'un dels SEV realitzats, haurà d'executar-se un sondeig mecànic paramètric que permeti determinar el gruix i naturalesa de les diferents capes per a un millor ajustament i calibratge del model.

Les dades obtingudes en camp deuran interpretar-se en gabinet. Les corbes de camp dels SEV es representaran en gràfiques bilogarítmiques amb la variació de la resistivitat aparent (pap en Ohm·m) en funció de la separació interelectròdica  $AB/2$  (semi apertura d'ala en m).

Una vegada interpretades les corbes de resistivitat, es presentaran els resultats amb els valors de resistivitat real en Ohm·m i els valors de gruix en metres, confeccionant-se perfils geoelèctrics que han de correlacionar-se amb la geologia de la zona. L'errada entre els valors de resistivitat obtinguts en camp i els calculats en gabinet no superarà el 5%. Per disminuir la incertesa en la interpretació, es realitzarà un anàlisi d'equivalència de cada SEV, representen les corbes equivalents de resistivitat vs profunditat superposades a la de menor error obtingut.

El informe presentat deura incloure, al menys, els següents documents:

- Dades originals mesurats en camp (incloent-hi Potencial espontani voltatge mesurat, intensitat de corrent i constant de configuració geomètrica.
- Corbes de camp dels SEV amb Resistivitat aparent en front a  $AB/2$ .
- Perfil geoelèctric del terreny amb els valors de resistivitat real del subsòl i la correlació geològica corresponent amb la situació dels sondejos realitzats.

### Tomografia elèctrica



Els aixecaments utilitzaran preferentment els següents paràmetres:

Número d'elèctrodes: Al menys de 16 elèctrodes, sent preferible un nombre major (de 24, 48 o més).

Separació d'elèctrodes: Fins 10 m de màxim, en funció de l'objectiu de l'estudi

Nivells d'investigació: Dependrà de la profunditat a investigar, però preferiblement superior a 10.

- Configuració electròdica: En general s'utilitzarà Schlumberger. La utilització de dispositius focalitzats, tipus pol-dipol, polo-polo o dipol-dipol es justificarà en el seu cas. En el cas d'utilització de dispositius dipol-dipol, es combinaran amb altres dispositius (Schlumberger, Wenner, etc.) per a nivells d'investigació superiors a 5, degut a la seva alta constant de configuració geomètrica. Quan s'utilitzin varis dispositius electròdics en una mateixa secció es solaparan, al menys, dos nivells d'investigació.

El informe de tomografia elèctrica presentat deurà incloure, al menys, els següents documents:

- Pseudo seccions de resistivitat aparent amb les dades numèriques de camp, representades conjuntament amb les seccions de resistivitat obtingudes a partir de la seva inversió.

- Descripció del software i/o algorismes utilitzats en la inversió, així com el tipus d'inversió realitzada (robusta, suavitzada, ...). En cap cas es realitzaran inversions de models ampliat ("extended models") a les zones a on no s'hagin realitzat amidaments.

- Seccions amb la distribució de la resistivitat real del terreny en les que s'expressi de forma clara la seva interpretació geològico-geotècnica, senyalant expressament la posició dels sondejos executats. Aquestes seccions es representaran a la mateixa escala del Projecte, i l'escala de colors serà la mateixa per a totes les seccions realitzades en l'estudi.

- Fitxers digitals amb les dades originals de camp.

- Sísmica de refracció

La seva aplicació requerirà que la velocitat  $V_p$  de les capes subjacents en el terreny augmenti amb la profunditat, condició indispensable per a que es produeixi la refracció crítica de les ones segons la Llei de Snell. En cas de tenir la certesa de que no s'acompleixi aquesta condició, la utilització d'aquesta tècnica es justificarà dins del document de proposta de campanya, o ben es proposarà altre estudi alternatiu que permeti analitzar la presència de capes de baixa velocitat en profunditat ("inversions de velocitat").



En cas de que les litologies presentin anisotropies no horitzontals (estratificació, esquistositat,.), es realitzarà al menys un perfil transversal a la direcció de la anisotropia.

S'utilitzaran dispositius constituïts per implantacions de 12 o de 24 geòfons, espaiats de 2 a 5 metres, configurant implantacions des de 24 fins 100 metres, en funció de la profunditat a investigar. En el cas de 12 geòfons s'efectuarà un mínim de cinc tirs equidistants (un central, dos interiors i dos exteriors a uns 5 metres d'ambdós geòfons extrems) i de set en el cas de 24 geòfons (un central, quatre interiors i dos exteriors a uns 5 metres dels geòfons extrems).

En cas de que varies implantacions sísmiques es disposin contigües per a configurar un perfil sísmic es solaparan al menys els dos últims geòfons de la implantació anterior amb els dos primers de la següent per a reduir-la pèrdua d'informació, i assegurar el recobriment de tot el perfil, encara que, en principi, es donarà preferència a la utilització de dispositius llargs.

En el cas de profunditats d'investigació elevades per al mètode (>25 m) es deurà demostrar que existeix recobriment en anada i volta del refractor basal, mitjançant la realització de tirs llunyans. En aquests casos es recomanable generar la senyal amb mètodes d'impacte, impulsius o vibradors distints l'impacte d'un martell sobre una placa metàl·lica recolzada sobre el terreny, que assegurin un registre de qualitat. Qualsevol altre dispositiu diferent a l'ús convencional de martell sobre placa requerirà de la corresponent proposta i autorització prèvia de la Direcció.

El processat i interpretació dels registres sísmics de refracció obtinguts per a determinar la distribució dels valors de Vp del terreny la secció sísmica es podrà realitzar al menys per el Mètode Recíproc Generalitzat o equivalents, i preferiblement mitjançant mètodes de tipus tomogràfic que permetin la seva representació amb distribució continua. L'ús de qualsevol altre mètode requerirà el permès previ de la Direcció.

L'informe sísmic de refracció presentat deurà incloure, al menys, els següents documents:

- Gràfics temps-distància (corbes dromocròniques) i distribucions de Velocitat d'ones p en profunditat a la escala del Projecte. S'utilitzarà la mateixa escala de colors en totes les seccions de l'estudi.
- Interpretació de les seccions sísmiques interpretades en base a les dades geològiques disponibles amb indicació dels valors de Vp, gruix de cada capa i límits entre material excavable, ripable o que requereixin explosius. S'utilitzaran correlacions Vp/ripabilitat que tinguin en compte factors geològics (litologia, diaclasat, etc...).
- Sismogrames de, al menys, els dos tirs exteriors de cada implantació i del tiro central.
- Registres digitals amb les dades originals de camp.



En els gràfics temps-distància (dromocròniques) es consideraran inacceptables errors superiors al 5 % en el valor dels temps recíproques.

En el cas de realitzar la inversió mitjançant tomografia sísmica de superfície per a obtenir el model de velocitats, s'utilitzarà preferiblement un nombre de disjunts no inferior a 5 per secció, y es deuran proporcionar les dromocrones mesurades i calculades per al model de velocitats ajustat, així com el traçat dels rajos.

### Sísmica de reflexió

S'aplicarà específicament a la detecció de contactes horitzontals o de sota buçament (al voltant d'uns 30°), no sent adequat per a l'estudi de discontinuïtats sub verticals o zones molt estructurades en tal caso es justificarà a la Direcció.

S'operarà segons la tècnica Common Depth Point (CDP), per a millorar la relació senyal/soroll a la secció sísmica resultant i obtenir distribucions de velocitats dinàmiques que permetin calcular profunditats. Es realitzarà una correcció estàtica referint les dades a un pla de referència ("datum plane")

L'espaiat entre geòfons serà de 5 a 10 m i l'espaiat entre punts de tir serà el necessari en cada cas per a obtenir una cobertura ("fold") com a mínim del 120% per a augmentar la relació senyal/soroll en les seccions sísmiques resultants.

El sismògraf a utilitzar disposarà com a mínim de 24 canals, i preferiblement 48 ó o 96, i els geòfons deuran tenir una freqüència natural igual o major de 35 Hz.

A l'inici dels treballs es deuran realitzar els assaigs de camp necessaris per a determinar la distància òptima ("offset") a cada cas del dispositiu de registre, entre el punt de tir i el primer geòfon actiu, en funció de la profunditat a investigar, velocitat de les capes del subsòl, longitud del dispositiu de mesura i espaiat entre geòfons. Aquests assaigs i els seus resultats deuran quedar documentats en l'informe.

La generació de la senyal sísmica haurà de fer-se, depenent de la profunditat a investigar, mitjançant mètodes d'impacte, impulsus o vibradors de la suficient energia per assegurar un registre de qualitat. No es permet la utilització de l'impacte d'un martell sobre una placa metàl·lica recolzada sobre el terreny.

Quan existeixin pous, especialment amb diagrames de velocitats sísmiques (sonic logs), deuran proporcionar-se al consultor, per a que tingui en compte aquestes dades a l'hora de realitzar l'anàlisi de velocitats i poder restituir la posició en profunditat dels reflectors.

L'informe sísmic de reflexió presentat deura incloure, al menys, els següents documents:

- Seccions sísmiques distància-temps i distància-profunditat sense cap interpretació a l'escala longitudinal del Projecte. S'inclouran els resultats de l'anàlisi dinàmic de velocitats i la posició dels mateixos a la secció.



- Secció distància-temps interpretada, i restitució en profunditat de la interpretació geològica.
- Secció distància-profunditat amb la interpretació geològica superposada.
- Sismogrames representatius de l'estudi; al menys els corresponents al 10 % dels tirs.

En l'informe haurà d'explicar-se amb detall la seqüència de processat amb indicació dels filtres utilitzats i especialment l'anàlisi de velocitat aplicat per al càlcul de la secció sísmica distància-profunditat a partir de la secció distància- temps.

#### Sísmica passiva (Refracció per Microtremor -ReMi-I)

Aquesta tècnica s'aplicarà per a controlar la posició i gruixos de reblerts, zones alterades, i zones de baixa velocitat en profunditat, així com per calcular mòduls elàstics.

S'utilitzaran dispositius constituïts per implantacions de 24 geòfons espaiats entre 1y 5 metres. Pera cadascuna d'aquestes implantacions se prendran al menys 10 registres de 30segons de durada. S'utilitzaran preferiblement geòfons amb freqüència de tall entre 4,5 y 10 Hz aproximadament. L'interval de mostreig habitual en aquestes mesures es de 2 ms (freqüència de mostreig de 500 Hz).

Peral anàlisi de les ones superficials s'utilitzaran preferiblement l'anàlisi espectral de Louie (2001).

Per enriquir el registre espectral en freqüències més altes (>50 Hz), s'efectuaran de 3 a 5 cops repartits aleatòriament al llarg de la línia durant el temps d'adquisició.

Els valors de Vs obtinguts es representaran en forma de diagrames velocitat-profunditat per a cada una de les implantacions efectuades. En cas de disposar-s'hi de varies implantacions contigües els resultats es representaran com seccions bidimensionals. El solapament entre implantacions contigües serà de al menys tres geòfons.

En el cas de possibles variacions laterals importants de velocitat (ex. zones kárstiques), i si existeix suficient soroll ambiental, es realitzaran inversions en 2D mitjançant la interpretació dels registres de 4 a 6 geòfons de forma consecutiva, solapant dos geòfons amb l'anterior conjunt de traces.

La utilització d'altres mètodes sísmics basats en anàlisi d'Ones Superficials (SASW iMASW es justificarà a la Direcció indicant els objectius perseguits i sistemàtica de realització.

Pera cadascuna d'aquestes configuracions s'inclouran les següents dades:

- Registres digitals amb les dades originals de camp (sismògraf de 24 canals).



- Diagrama velocitat aparent de fase en funció de la freqüència (resultat de l'anàlisi espectral).
- Corba de dispersió (Velocitat de fase i Freqüència o Període).
- Gràfic Vs amb la profunditat a la mateixa escala del projecte, interpretat segons les dades geològic-geotècnics disponibles, amb identificació dels gruixos de capes.

### Geo-radar (GPR)

Per planificar la campanya d'investigació es tindran en compte factors tals com el contrasta les propietats elèctriques dels materials, la penetració i la resolució que depenen del terreny, de la freqüència de l'antena utilitzada i del soroll electromagnètic present.

La separació entre mesures i/o la velocitat de desplaçament serà la necessària per aconseguir major resolució lateral en les seccions i es podran utilitzar antenes de contacte o aèries que permeti auscultar amb la suficient qualitat

Es distingeixen dos tipus de Geo-radar:

El Geo-radar mono freqüència (GPR-IF) utilitza dos antenes, una emissora i altre receptora, ambdues de la mateixa freqüència, que se'n van desplaçant al llarg d'un perfil.

La selecció de la freqüència de les antenes serà funció del compromís entre la resolució i la penetració a assolir, el que requerirà repetir les mesures operant amb diferents freqüències sobre els mateixos perfils. S'operarà preferentment amb un rang de freqüències de les antenes entre els 100 MHz y 1GHz. La freqüència de les antenes no serà inferior a 100 MHz.

La interpretació dels registres de geo-radar 1-F deuen basar-se en l'adequada caracterització de la textura, amplitud, continuïtat i terminació de les reflexions. Deurà integrar-se tota la informació proporcionada per els diferents perfils amb la resta de la informació disponible del subsòl a la mateixa escala (geologia, sondejos, calicates i altres dades geofísics).

Per la estimació de les velocitats de propagació es realitzaran estudis de CMP (Common Mid Point) de zones amb control en profunditat, y, en el seu defecte, es podran utilitzar taules de constants dielèctriques sempre i quan es calibrin amb dades de gruixos obtinguts de calicates prèvies situades en el perfil geofísic.

S'indicarà el mètode de processat de la senyal i el software a utilitzar, així com les correccions aplicades.

La seva utilització es restringirà a la detecció de buits o cavitats a profunditat somera. Qualsevol altre aplicació requerirà l'autorització prèvia de la Direcció. En



qualsevol cas, deuran tenir-se en compte les característiques dels materials presents que puguin desaconsellar la seva utilització.

Geo-radar multifreqüència 3D (Step-frequency).

En casos complexos en que es necessiti una alta resolució es podran utilitzar els sistemes de radar 3D multifreqüència, sempre sota permís exprés de la Direcció i justificant la seva necessitat.

S'operarà amb baixa velocitat de desplaçament per aconseguir major resolució lateral en les seccions i es mantindran les antenes en contacte permanent amb la superfície a auscultar per millorar la qualitat del registre.

S'indicarà el mètode de processat de la senyal i el software a emprar, així com les constants dielèctriques estimades per obtenir la escala de profunditats. aquesta escala deu estar avalada i correlacionada mitjançant les dades de gruixos obtinguts de calicates manuals o mecàniques, prèviament realitzades, situades en el perfil geofísic.

La Direcció podrà exigir l'execució posterior d'alguna calicata en punts del perfil escollits al atzar o sobre anomalies concretes, per comprovar la precisió dels gruixos obtinguts amb el geo-radar.

## **1.12. Testificació geofísica de sondejos**

S'analitzarà en la Proposta de Reconeixements si els diferents tècniques a emprar requereixen que el sondeig estigui sense intubar i si es necessari que contenguin aigua concretant-se quines alternatives existeixen en el cas de que finalment no es donin aquestes circumstancies.

Tècniques radioactives.

Si s'utilitzen sondes radioactives actives, serà necessari seguir les estrictes normes de seguretat a que estan subjectes i comptar amb els permisos pertinents per la seva utilització, tant del propi equip com del personal operari. Habitualment s'utilitzen les següents sondes:

- Gamma natural.
- Gamma-gamma.
- Neutró-neutró.
- Neutró-gamma.

Tècniques elèctriques.

- Resistivitat.



- Potencial espontani.

#### Tècniques electromagnètiques

- Radar de sondeig.
- Inducció electromagnètica.

#### Tècniques acústiques

- Sonda acústica d'ona completa
- Televiewer acústic.

#### Altres tècniques

- Calibre
- Temperatura
- Verticalitat i azimuth
- Televiewer òptic

#### Procés d'adquisició de la informació :

Es testificarà sempre de baix a dalt, introduint la sonda fins el fons del sondeig i pujant-la a velocitat constant a la vegada que es mesura, a excepció de la sonda de temperatura amb la que es testificarà de dalt a baix per no alterar l'equilibri tèrmic del fluid, i amb la sonda d'azimut i verticalitat que es mesurarà en ambdues direccions.

Respecte a les mesures a realitzar, el contractista aplicarà per a cada sonda els procediments específics de l'equip utilitzat. En qualsevol cas, s'estableix que totes les sondes deuran desplaçar-se a molt baixa velocitat (màxim 6 m/min) per incrementar la resolució vertical dels registres, excepte la sonda de fluxometria que podrà desplaçar-se a velocitat màxima de 12 m/min.

En el cas concret del registre acústic televiewer, la velocitat màxima de registre serà de 1,5 m/min. La sonda sònica d'ona completa es desplaçarà durant els registres a una velocitat màxima de 3 m/min.

Les mesures es realitzaran utilitzant cada una de les sondes corresponents amb un equip electrònic que interpreti adequadament les senyals enviades per la sonda i que sigui capaç d'indicar en cada moment la posició de la mateixa, amb una precisió de centímetres així com la seva velocitat.

Amb les dades obtingudes s'elaborarà un informe final que contingui les diagrames correctament representades, la interpretació litològica de les mateixes i les diferents característiques dels materials travessats en termes d'interès geològic-geotècnic, les dades del sondeig mecànic que poguessin ser d'interès per la seva interpretació i un pla de situació en planta amb les investigacions realitzades. S'indicarà quin es el software i/o el mètode a aplicar per a la interpretació litològica o paramètrica de les diagrames.



S'identificaran les diferents unitats litològiques travessades per els sondejos, definint els contactes entre elles i establint la correlació entre sondejos quan sigui possible.

Els registres sònics d'ona completa deuran incloure els registres bruts i els gràfics amb els valors de  $V_p$ ,  $V_s$ , Mòdul de Young ( $E$ ), Mòdul de Rigidesa ( $G$ ), Mòdul de Bulk ( $I<$ ) i Coeficient de Poisson ( $\mu$ ) deduïts en la seva interpretació. També es deuen identificar en ells les zones de falla diferenciant entre falles obertes i falles segellades. Els registres acústics televiwer, a més a més de les imatges 3D o de la paret del sondeig desenvolupada, deuen incloure l'anàlisi estructural complet del sondeig (diagrames de polos, diferenciació de famílies de discontinuïtats en funció de la profunditat, etc.).

Sempre ha de completar-se la testificació geofísica realitzada amb el perfil obtingut procedent de la testificació geològic-geotècnica del sondeig corresponent, si l'hagués. Si en un mateix sondeig s'utilitzessin varies tècniques distintes, deuran comparar-se conjuntament les seves diagrames resultants.

A efectes d'amidament i abono, si tingués que testificar-se, tant en el descens com en l'ascens de la sonda per l'interior del sondeig, es considerarà com un únic perfil. El consultor proposarà a la Direcció el tram del sondeig a assajar, sent d'abonament únicament el tram enguixat.

### **1.13. Assaigs sísmics en Sondeig (Cross-Hole i Down-Hole)**

Per a millorar la identificació de les ones S es requereix obtenir a cada punt al menys dos registres independents corresponents a impactes orientats en sentits contraris al llarg d'una direcció.

Els registres s'obtidran de baix a dalt, amb geòfons triaxials.

En el cas de que els sondejos es trobin plens d'aigua deuran utilitzar-se hidròfanes.

Cross-Hole: Es deu realitzar segons la norma D4428 ASTM (2007), a on s'expliquin els procediments específics que es te que seguir pera la preparació de sondejos, l'adquisició de les dades i la seva interpretació.

Es requereix un mínim de dos sondejos separats entre ells entre 3 i 5 metres.

Es deurà cuidar al màxim l'execució dels sondejos i mesurar la direcció i l'azimut en cada registre. A més a més, els sondejos es deuen revestir de forma que s'asseguri el contacte íntim entre la intubació i el terreny per evitar un mal acoblament que pugui provocar retards en els temps d'arribada i s'atenuï l'amplitud de les ones. Així mateix, deuran fixar-se be els geòfons a la paret del sondeig pera cada profunditat assajada. Deu realitzar-se l'assaig poc temps després de finalitzar el sondeig, amb el fi d'evitar la possible alteració de les parets de la perforació.



Es deuen realitzar assaigs independents pera la mesura d'ones P i S emprant les fonts impulsives més adequades pera cadascun dels assaigs.

La profunditat d'investigació pot assolir els 100 m i es recomana la mesura a intervals d'1m.

Els resultats es proporcionaran en forma de corbes de Vp, Vs i els diferents mòduls calculats, juntament amb la senyal en brut. Es proporcionarà també una interpretació geològica de les dades a la mateixa escala del projecte.

Down-Hole. Deurà seguir-se la norma ASTM D7400 (08 Standard Test Methods for Down-Hole Seismic Testing).

Per a cada posició del geòfon triaxial situat a determinada cota en el sondeig es necessari realitzar tres registres independents que corresponguin a un impacte vertical i a dos tangencials de sentits contraris produïts en un mateix punt del terreny pròxim a la boca del sondeig.

Es recomana que l'espaiat no sigui superior a 1 m. Per aconseguir una òptima resolució.

Pera la determinació de Vs es indispensable utilitzar un geòfon de pou de tres components {triaxial}.

#### **1.14. Assaigs de bombament**

Per l'execució dels assaigs de bombament es realitzarà una perforació d'un diàmetre tal que permeti la col·locació de canonada de 200mm de diàmetre mínim de reixeta en el tram a assajar i l'engravillat corresponent. L'ús granulomètric d'aquesta graveta i la obertura del filtre s'ajustaran a la naturalesa del terreny. Cadascun d'aquest pous penetrarà al menys 3 m per sota de la base de l'aquífer. Es procedirà al segellat de la part superior del pou amb morter de ciment. Posteriorment es procedirà al desenvolupament del pou amb aire comprimit.

Cadascun d'aquests pous de bombament portarà associat al menys 4 piezòmetres.

Els assaigs constaran de dos fases, una primera fase de bombament esglaonat per a determinar el cabal d'assaig i una segona fase de bombament a cabal constant fins assolir el règim permanent i en qualsevol cas, de al menys 24hores de durada. Es controlarà igualment la recuperació del nivell durant al menys 24 hores. Els cabals es controlaran mitjançant tub de Pitot.

El consultor disposarà d'un sistema d'evacuació de l'aigua bombejada el suficientment allunyat del punt d'assaig per evitar el retorn de cabals a la zona afectada per l'assaig de bombament.

Les mesures piezomètriques en el poui piezòmetres auxiliars es realitzen amb freqüències de 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 25, 30, 40, 50, 60,75,



90, 105, 120, 150 i 180 minuts i posteriorment cada hora, sent aquest també el pla de mesures seguides en les recuperacions. Els nivells es controlaran mitjançant sondes elèctriques graduades en centímetres.

Prèviament a la seva execució, deurà entregar-se una proposta de construcció del pou de bombament així com un protocol d'execució de l'assaig de bombament previst, pera la seva aprovació per la Direcció.

S'utilitzarà un procediment d'interpretació adequat a les característiques de l'assaig o, mètode de Theis i Jacob per al règim no permanent i/o mètode descensos-distàncies (o de Thiem) per al règim permanent. Pera cadascun d'ell s'inclouran les corbes que permetin el càlcul de la permeabilitat, la transmissivitat i el coeficient d'emmagatzematge.

### **1.15. Supervisió dels treballs i assaigs de camp**

Consistirà en la disposició permanent a peu d'obra, excepte autorització expressa en contrari de la Direcció, de com a mínim dos tècnics experts en la matèria que seran els encarregats de la supervisió i correcta execució de tots els treballs de camp que s'estiguin realitzant, la testificació "in situ" dels sondejos i calicates, la petició de permisos si fossin necessaris, etc. Aquests tècnics actuaran segons el pla de treballs previst o segons indiqui el Director del Contracte, havent d'estar a disposició del mateix sempre que aquest ho requereixi.

Durant la realització dels treballs, el Consultor deurà portar un registre complet, numerat, exacte i llegible de cada sondeig o tipus de prospecció, que contindrà tota la informació sobre les condicions i naturalesa del terreny, les característiques del sistema de reconeixement emprat, les incidències produïdes i la interpretació dels resultats. La Direcció podrà sol·licitar en qualsevol moment al Consultor l'entrega d'aquests registres.

## **2. Presentació de treball i assaigs de camp**

En els annexes de l'estudi deuran quedar recollits totes les dades que s'inclouen a continuació.

### **Sondejos**

Pera cada sondeig s'adjuntarà una fitxa tècnica que inclogui al menys lo següent: Un registre de situació i emplaçament del sondeig, en fulla prèvia, que inclogui: fotografies en color (del entorn abans i després de l'emplaçament, amb la sonda posicionada durant l'execució i de la tapa del sondeig), planta de situació (sobre plànols de l'estudi informatiu) i ubicació sobre foto aèria/ortofoto. En el cas de que s'hagi realitzat un accés s'indicarà en la planta de situació.

El registre del sondeig que contingui al menys la següent informació:



Identificació del sondeig i referència a les dades d'aixecament (coordenades x,y,z).  
S'indicarà també el PI<, la distancia a l'eix i la inclinació i orientació del sondeig.

Data de començament i de terminació.

Noms del tècnic supervisor i del sondista.

Identificació de la maquinaria utilitzada.

Dades de perforació: sistema de perforació, tipus de bateria, corona, diàmetre perforació, perforació en sec o amb adició d'aigua, tipus de llots (si s'utilitzen), diàmetre de revestiment i profunditats de totes les maniobres realitzades.

Percentatge de recuperació del testimoni.

Descripció geològic-geotècnica del testimoni. S'efectuarà una descripció sistemàtica del testimoni, indicant sempre primer l'abreviatura de la unitat geològic-geotècnica corresponent.

En terrenys tipus sol la descripció seguirà l'ordre següent: litologia, indicant el component principal seguit del component secundari mitjançant sufixes indicatius del percentatge que representa, color i consistència/compacitat. A continuació i apart s'inclouran també les dades addicionals que es consideren rellevants, tals com mida de gran, textura, components accessoris, canvis composicionals, grau de cimentació, contingut en matèria orgànica, observacions organolèptiques, valors de la resistència al tall sense drenatge amb aparell vane-test de butxaca i resistència a la penetració amb el penetròmetre de butxaca, etc.

En terrenys tipus roca s'indicarà la litologia, resistència i color i a continuació altres dades rellevants tals com naturalesa i mida dels clastos de la matriu, components accessoris, tipus de ciment, signes d'oxidació, nivells nodulars intercalats, reacció al CIH, etc.

Poden prendre's com a referència les nomenclatures recomanades a la Guia de Cimentacions en Obres de Carreteres (Ministeri de Foment, 2003), Codi Tècnic de l'Edificació (Ministerio de la Vivienda, 2006) o la Societat Internacional de Mecànica de Roques (ISRM). L'ús de qualsevol altre nomenclatura deurà comptar amb l'aprovació de la Direcció.

Profunditat de cada canvi de tipus de terreny i el seu gruix

Profunditat de fi de sondeig.

Pera cada mostra obtinguda, les cotes del principi i del fons, tipus, longitud i nombre (totes les mostres es numeraran consecutivament).

Nombre de cops per 4 tandes de 15 cm de penetració i el valor del colpeix N de l'assaig SPT. En columna apart s'indicarà el valor de N corregit.



El nombre de cops per cada tram de penetració deurà incloure's també en el cas de mostra inalterada (MI).

Profunditat del nivell piezomètric.

Mètode i quantia de pressió utilitzat per introduir el mostrejador de paret prima i longitud i diàmetre de cadascuna de les mostres obtingudes.

Resultat dels assaigs in situ: assaigs de permeabilitat, pressiòmetres i altres. Resultats de la totalitat dels assaigs de laboratori realitzats i classificació. Segons USCS de totes les mostres assajades en sols.

Paràmetres de perforació (velocitat d'avanç, pressió, par, r.p.m. etc.), quan es sol·liciti expressament; en cas contrari, només s'anotaran observacions qualitatives d'aquests paràmetres.

S'inclourà un apartat denominat "observacions" a la part inferior de cada fulla, en el qual deurà registrar-se sempre si s'ha detectat o no nivell piezomètric, la seva cota i data i els comentaris al respecte. Es registraran també dades tals com buidatges realitzats, pèrdues de fluid de perforació, inestabilitats de les parets, caigudes de bateria, comentaris sobre recuperacions, expansions o retraccions del testimoni, averies i altres incidències. S'indicaran les correccions aplicades per a determinar el valor de colpeix Ncorregit. S'inclourà també la llegenda de les sigles i abreviatures adoptades.

Fotografies en color de cadascuna de les caixes porta testimonis, incloses en fulles aparta continuació, indicant al peu de cadascuna el tram de profunditat que correspongui.

A més a més, en els sondejos en roca el registre inclourà també:

RQD, nombre de fractures cada 30 cm i grau de meteorització. Resistència de la matriu rocosa.

Identificació del tipus de discontinuïtat: estratificació, esquistositat, falla, diaclasa, etc.

Nombre i orientació de les famílies de discontinuïtats (direcció i cabussament). Característiques de les discontinuïtats: rugositat, gruixos i naturalesa del material de farcit.

Profunditats en les que s'observen canvis en la velocitat d'avançament del sondeig, amb les observacions precises.

## Calicates

Per cada calicata s'adjuntarà una fitxa tècnica que contingui al menys la següent informació:

Identificació de la calicata i referència a les dades d'aixecament (coordenades x,y,z). S'indicarà també el PI<i la distància al eix.



Nom del tècnic supervisor.

Data d'execució.

Identificació de la maquinaria utilitzada.

Profunditat assolida a la calicata.

S'indicarà a un apartat denominat "observacions" tota la informació sobre condicions d'excavabilitat del terreny, estabilitat de les parets i posició del nivell freàtic. Així mateix s'indicarà el temps en que l'excavació ha romandrà oberta des de la seva finalització.

Descripció geològic-geotècnica del tall del terreny visualitzat a la calicata. Els criteris de descripció seran els mateixos que els indicats per els sondejos.

Profunditat de cada canvi de tipus de terreny i el seu gruix.

Profunditat de la presa de mostres, acotada amb la suficient precisió.

Resultats de la testificació geotècnica: valor de la resistència al tall sense drenatge amb aparell vane-test de butxaca i resistència a la penetració amb el penetròmetre de butxaca.

Resultats de la totalitat dels assaigs de laboratori realitzats (assaigs d'identificació, Próctor, CBR, químics, etc). S'inclourà la classificació segons USCS de totes les mostres assajades.

Fotografies en color de la calicata oberta, del material extret i de la zona després de la seva reposició.

A més a més, en les calicates de plataforma s'inclourà també:

Classificació segons la fitxa UIC-719 (per a plataformes en estudi amb ample ibèric)

Densitat i humitat "in situ" per el mètode nuclear i per el mètode de la sorra.

Grau de compactació(%) respecte de la densitat màxima      Próctor

Normal/Modificat.

Croquis de la secció transversal que il·lustri la posició del reconeixement

Assaigs de penetració dinàmica o estàtica

Pera cada assaig de penetració s'adjuntarà una fitxa tècnica que contingui al menys la següent informació:

Identificació de l'assaig de penetració i referencia a les dades d'aixecament (coordenades x,y,z). S'indicarà també el PKi la distància al eix.

Nom del tècnic supervisor.



Data d'execució.

Identificació de la maquinaria utilitzada.

Profunditat assolida.

Identificació del nivell de rebuig.

Profunditat del nivell freàtic quan sigui possible la seva mida o estimació mitjançant la longitud del barnillatge mullat o altre sistema.

Fotografia en color de l'emplaçament durant l'execució de cada assaig.

En el cas de l'assaig de penetració dinàmica s'inclourà el registre del nombre de cops necessaris per a cada 20cm de penetració, així com les dades de l'aparell següents: pes de la maça, alçada de caiguda, dimensions de la puntaza, diàmetre del barnillatge i sistema de colpeix (automàtic o manual)

A més a més, en els penetròmetres de plataforma s'inclourà també:

Croquis de la secció transversal que il·lustri la posició del reconeixement.

En el cas de l'assaig de penetració estàtic s'utilitzaran exclusivament equips automàtics amb punta elèctrica i s'inclouran les dades de l'aparell següents: croquis amb dimensions de la puntaza, àrea de la camisa de fricció, capacitat d'empenta i velocitat d'avanç i els registres continus de la resistència en punta i del fregament lateral, així com el de pressió intersticial i de dissipació de la mateixa en el cas del piezocono.

Investigació geofísica

Pera cada punt o perfil geofísic investigat s'adjuntarà un informe que contingui, amb caràcter general, la següent informació:

Identificació de la prospecció: mètode geofísic utilitzat.

Noms de l'operador i del tècnic responsable.

Data d'execució.

Pla de replanteig en planta dels punts i perfils investigats amb la situació de les prospeccions realitzades.

Croquis de les configuracions o dispositius utilitzats.

Descripció dels equips utilitzats, mitjans auxiliars i quantes observacions siguin precises, en relació amb l'execució.



Mètode de processat e interpretació de les dades, amb indicació del software emprat.

Registres numèrics originals de camp.

Filtrat de les dades defectuosos.

Perfils resultants de les alineacions prospectades i característiques dels distints horitzons amb la interpretació geològica superposada i la ubicació dels reconeixements existents.

Informe explicatiu de la campanya realitzada i els resultats obtinguts.

Fotografies en color.

De manera específica, en funció del tipus d'investigació realitzada, es completarà l'anterior informació amb els documents especificats amb anterioritat en els apartats corresponents del present Plec.

Assaigs de pressiometria i dilatomètria

S'inclourà una memòria prèvia que inclourà els següents aspectes:

Propietari dels equips i tècnics que realitzin els assaigs i la seva interpretació. Model i marca dels equips utilitzats i les seves característiques.

Descripció dels mètodes d'interpretació utilitzats i contrast entre els distints resultats obtinguts. Especial atenció es prestarà en lo referent a l'estimació de la pressió límit, a ones podran utilitzar distints mètodes. En qualsevol cas, quan sigui necessari utilitzar una extrapolació, els resultats sempre es compararan amb els obtinguts mitjançant el següent sistema:

Es considera com a pressió límit la necessària per assolir un valor de deformació volumètrica  $(V_i - V_O)/V_O = 1$ . Per estimar-lo s'utilitzarà la extrapolació de la corba neta de la Pressió VS  $\log((V_i - V_O)/V_O)$ . Sent:

$V_O$  es el volum inicial de la cavitat on es realitza l'assaig.  $V_i$  es el volum de la cavitat assolit en l'esglaió.

Resultats de la calibratge en tub rígid i en buit de totes les camises emprades en la campanya, identificant clarament cadascuna i indicant les següents característiques: material, gruix i diàmetre exterior. S'inclouran les corbes pressió-deformació i les correlacions matemàtiques que es vagin a emprar en els càlculs.

Pera cada punt assajat s'aportarà la següent informació:

Sondeig on es realitza l'assaig, profunditat on s'emplaça, litologia i unitat geotècnica assajada.



Identificació clara de la camisa emprada en la prova i la marca i model de la sonda.

Registre de la corba pressiomètrica bruta, representat addicionalment tots els valors de correcció acumulada que s'apliquen a cada esglaó de càrrega.

Registre de la corba pressiométrica neta, indicant els trams rectes utilitzats en els càlculs dels mòduls de rigidesa del terreny a cada cicle de càrrega-descàrrega. També s'indicarà la pressió d'influència bruta i neta estimada.

Per a cada cicle s'indicarà els paràmetres de valors nets utilitzats en el càlcul de la rigidesa del terreny, radi net inicial adoptat de la cavitat, coeficient de Poisson i mòduls de tall i mòduls pressiométrics estimats.

Llevat que s'assoleixi clarament la rama horitzontal de la corba pressiométrica i es pugui estimar directament la pressió límit, es representarà la extrapolació utilitzada per estimar-la. S'indicarà clarament quina és la corba de partida, el tram utilitzat en l'extrapolació i el tram extrapolat fins assolir la deformació corresponent a la pressió límit.

Assaigs de càrrega amb placa

Per cada assaig de càrrega amb placa s'adjuntarà una fitxa tècnica que contingui al menys la següent informació:

Identificació de l'assaig de càrrega amb placa i referència a les dades d'aixecament (coordenades x,y,z). S'indicarà també el PK i la distància a l'eix.

Nom del tècnic superior

Data d'execució

Condicions d'execució de l'assaig: climatologia, temperatura i humitat.

Característiques de la placa emprada (forma i dimensions, dispositiu de reacció, etc.) i croquis del dispositiu d'assaig utilitzat.

Tall del terreny visualitzat a la calicata oberta i característiques d'identificació del sol sota la placa, assajada a partir de mostra obtinguda una vegada finalitzat l'assaig.

Dades originals de camp on figurin els esglaons de càrrega, el temps, la lectura dels quadrants i el seient obtingut.

Gràfics pressió-seient i temps-seient.

Mòdul de deformació vertical de cada cicle de càrrega i relació entre mòduls  $E_{v2}/E_{v1}$ .



S'indicaran en un apartat denominat "observacions", situat a la part inferior, els comentaris en relació al comportament del terreny durant la realització de l'assaig i les incidències ocorregudes durant la seva execució.

Fotografies en color durant l'execució de l'assaig i després del mateix.

## **2. ASSAIGS DE LABORATORI**

### **2.1. Condicions generals**

Les mostres preses en els distints reconeixements s'enviaran al laboratori per a realitzar els corresponents assaigs. Aquests dependran del tipus de terreny, la qualitat i la quantitat de la mostra extreta.

Els assaigs de laboratori s'efectuaran conforme a la proposta aprovada per el Director de l'Estudi que figura en el Projecte de Reconeixements. Es seguirà la normativa vigent, preferiblement normativa UNE o NLT o, en cas de no existir norma, les regles de bona pràctica establertes. En qualsevol cas el Consultor seguirà les indicacions que rebí per part de la Direcció.

El Consultor deurà utilitzar els seus propis equips materials y humans oferts, amb prioritat respecte als dels seus col·laboradors o sub contractistes. Aquests equips no podran ser substituïts per altres distints sense l'aprovació expressa prèvia de la Direcció.

Tots els equips de treball deuran estar en bones condicions durant el desenvolupament dels assaigs. Si a judici del Director de l'Estudi algun equip fossin adequat, deurà ser reemplaçat per un altre a costa del Consultor.

No seran d'abonament aquells assaigs de laboratori que no hagin sigut aprovats prèviament per la Direcció, que no hagin sigut realitzats seguint les especificacions d'aquest Plec o que els resultats siguin incorrectes o defectuosos sistemàticament per causes atribuïbles al Consultor.

El Consultor es compromet a començar en quan abans els assaigs de laboratori, des del mateix inici dels treballs de camp aprovats en el Projecte de Reconeixements.

A continuació s'indica la normativa de referència per alguns assaigs.

| <b>Denominació</b>                                     | <b>Norma</b> | <b>UNE</b>        |
|--------------------------------------------------------|--------------|-------------------|
| Obertura i descripció de mostres                       | ASTM-D2488   | EN ISO 14688-1/02 |
| Preparació de cada mostra per a qualsevol nº d'assaigs | NLT-101/72   | 103100/95         |
| Determinació d'humitat natural                         | NLT-102/91   | 103300/93         |
| Densitat aparent o seca                                |              | 103301/94         |
| Pes específic de partícules sòlides                    |              | 103302/94         |
| Granulometria per garballat, en sols                   | NLT-104/71   | 103101/95         |

| Denominació                                                                                                                     | Norma                    | UNE                   |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|-----------------------|
| Proctor normal                                                                                                                  | NLT107/91                | 103500/94             |
| Proctor modificat                                                                                                               | NLT-108/91               | 103501/94             |
| CBR de laboratori, normal o modificat, sense incloure Proctor                                                                   | NLT-111/78               | 103502/95             |
| Pressió màxima d'inflament, en mostra inalterada o remoldejada                                                                  | ASTM D-3877              | 103602/96             |
| Inflament lliure, en mostra inalterada o remoldejada o edòmetre                                                                 | ASTM D-3877              | 103601/96             |
| Inflament Lambe                                                                                                                 |                          | 103600/96             |
| Assaig edomètric amb corbes consolidació-temps                                                                                  |                          | 10345/94              |
| Assaig de col·lapse                                                                                                             | NLT-254/99               | 103406/06             |
| Compressió simple en sols                                                                                                       | NLT-202/91               | 103400/93             |
| Compressió simple en sols amb pressió lateral en cèl·lula triaxial                                                              |                          | 103402/98             |
| Tall directe en sols                                                                                                            | ASTM-03080               | 103401/98             |
| Tall sobre discontinuïtats rocoses                                                                                              |                          | ISRM                  |
| Triaxial en sols                                                                                                                |                          | 103402/98             |
| Permeabilitat en cèl·lula triaxial (1,5" - 2")                                                                                  |                          | 103402/98             |
| Permeabilitat en aparell triaxial ó edòmetre de gran diàmetre (4" a 9")                                                         |                          | 103402/98             |
| Permeabilitat sota carrega constant en sols granulars                                                                           |                          | 103403/99             |
| Triaxial en roca                                                                                                                |                          | 22950-4/92            |
| Carbonats (quantitatius).                                                                                                       | NLT-116/91               | 103200/93             |
| Límits d'Atterberg                                                                                                              |                          | 103103/94 i 103104/93 |
| Comprovació de la no plasticitat                                                                                                | NLT-106/91               | 103104/93             |
| Determinació del límit de retracció                                                                                             |                          | 103108/96             |
| Granulometria del material que passa per el tamís 0,080 UNE. (Sedimentació).                                                    | MELC-16-01-a, NLT-152/89 | 103102/95             |
| Granulometria per tamisat en zaborres                                                                                           | NLT-150/89               | 103101/95             |
| Anàlisi químic complert d'aigua segons EHE per qualificar l'agressivitat per pastats de morters i formigons, determinant:<br>PH | (TGL-11357)              | 7234                  |
|                                                                                                                                 |                          | 7235                  |
|                                                                                                                                 |                          | 7131                  |
| Substàncies orgàniques solubles en èter.                                                                                        |                          | 7130                  |
| Sulfats.                                                                                                                        |                          | 7178                  |
| Substàncies solubles en aigua.                                                                                                  |                          | 7132                  |
| Clorurs.                                                                                                                        |                          |                       |
| Hidrats de carboni                                                                                                              |                          |                       |

| Denominació                                                                                                                                                                                                                   | Norma                    | UNE                    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|------------------------|
| Anàlisi químic complert d'aigua segons EHE annex 5, per a determinar la seva agressivitat al formigó, determinant:<br>PH<br><br>Magnesi<br><br>Amoni<br><br>Sulfats<br><br>Diòxid de carboni lliure<br><br>Residu sec a 110°C | EHE                      |                        |
| Equivalent de sorra                                                                                                                                                                                                           | NLT-113/87               | 103109/95, EN 933-8/99 |
| Compressió simple en roca, incloent tallat i refrentat                                                                                                                                                                        | NLT-250/91               | 22950-1/90             |
| Determinació del coeficient al desgast de Los Angeles                                                                                                                                                                         | NLT-149/91               | EN 1097-2/98           |
| Determinació qualitativa de sulfats en sols o aigua                                                                                                                                                                           |                          | 103202/95              |
| Determinació del contingut de sulfats solubles                                                                                                                                                                                | NLT-120/72               | 103201/96              |
| Determinació de la matèria orgànica                                                                                                                                                                                           | NLT-118/72<br>NLT-117/72 | 103204/93              |
| Determinació del contingut de sals en sols                                                                                                                                                                                    | NLT-114/99               | 103205/06              |
| Determinació del contingut de guixos en sols                                                                                                                                                                                  | NLT-115/99               | 103206/06              |
| Acidesa Baumann-Gully en sols                                                                                                                                                                                                 | EHE Annex 5              |                        |
| Contingut de sulfats en sols                                                                                                                                                                                                  | EHE Annex 5              |                        |
| Anàlisis mineralògic (Difracció per raigs X) Mètode de difractòmetre de pols                                                                                                                                                  |                          |                        |
| Percentatge d'absorció d'aigua                                                                                                                                                                                                | ASTM-C97                 | EN 1097-6/00           |
| Mesura de la velocitat de propagació d'ones en provetes cilíndriques, incloent la preparació (velocitat sònica)                                                                                                               | ASTM-D2845               | 83308                  |
| Compressió simple en roca amb bandes extensiomètriques incloent tallat i refrentat                                                                                                                                            | ASTM-D3148               | 22950-3/90             |
| Assaig a tracció indirecta (brasileny).                                                                                                                                                                                       | NLT-253/91               | 22950-2/90             |
| Assaig de dispersió o erosió interna (Pin-Hale).                                                                                                                                                                              | NLT-207/91               |                        |
| Determinació de l'índex de Schimazek.                                                                                                                                                                                         |                          | PrEN22952i 22950-2/90  |
| Agressivitat Cerchar.                                                                                                                                                                                                         | NF P94-430-I/OO          |                        |
| Duresa Cerchar.                                                                                                                                                                                                               | XP P94-412/OI            |                        |

| Denominació                                                                                                                                      | Norma                        | UNE                        |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|----------------------------|
| Determinació del D.R.I. (Drilling Rate Index).                                                                                                   | NTNU 13 A-98                 |                            |
| Determinació del desmoronament de roques toves. Slake Durability Index                                                                           | NLT-251/91                   |                            |
| Estabilitat dels àrids i fragments de roca en front a l'acció de col·lapse en aigua                                                              | NLT-255/99                   |                            |
| Determinació del Índex de Lutton.                                                                                                                |                              |                            |
| Determinació de granulometria complerta de balast con tamisos de malla rodona, incloent la determinació del percentatge d'elements de 0 > 80 mm. | U.I.C.                       | EN 933-1/97                |
| Granulometria de balast amb tamisos de malla quadrada.                                                                                           | NRV 3-4-0.2/96               |                            |
| Determinació del gruix mínim d'elements granulars en balast.                                                                                     | NRV 3-4-0.2/96               |                            |
| Determinació del coeficient de neteja de la pedra en balast.                                                                                     | NVR 3-4-00                   | 146130/00<br>Annex C       |
| Resistència als cicles de gel i desgel del balast.                                                                                               |                              | EN 1367-1/99               |
| Anàlisis petrogràfic mitjançant làmina prima, incloent preparació i fotografies en color.                                                        | NVR 3-4-00                   | EN 932-3/96<br>EN 12407/00 |
| Assaig de càrrega puntual Franklin.                                                                                                              | NLT-252/91                   | 22950-5/96                 |
| Determinació de cares de fractura en balast o subbalast.                                                                                         |                              | EN 933-5/98                |
| Coeficient de forma de l'àrid.                                                                                                                   |                              | EN 933-4/99                |
| Determinació d'elements aciculars i lajosos (índex de forma) en balast, mitjançant calibre o plantilla.                                          | NVR 3-4-00<br>NRV 3-4-0.2/96 |                            |
| Determinació del percentatge de diferents tipus de roca constituents d'un balast. (Coeficient d'homogeneïtat).                                   | NRV 3-4-0.2/96               |                            |
| Determinació del coeficient Micro-Deval humit.                                                                                                   | NF P 18572                   | EN 1097-1/96               |
| Determinació del coeficient de friabilitat.                                                                                                      | NLT-351/74                   | 83112/89                   |
| Determinació de la duresa Schmidt.                                                                                                               | NRV 3-400                    | 83307                      |
| Determinació de la estabilitat d'un balast en front a dissolucions de sulfat sòdic o magnèsic.                                                   | NLT-158/72                   | EN 1367-2/98               |
| Reactivitat dels àrids amb els àlcalis del ciment (àlcali-sílíce).                                                                               |                              | 146507-1/99                |
| Densitat "in situ" per mitjà d'isòtops radioactius.                                                                                              | ASTM D-3017/01               |                            |



### **3. TREBALLS D'AUSCULTACIÓ**

L'objecte d'aquests treballs és disposar els sistemes d'instrumentació necessaris, si escau, i les actuacions preventives i/o correctores d'auscultació per a seguiment i control, una vegada realitzada la correcta identificació de la problemàtica existent a la zona d'estudi.

Tots els instruments i accessoris necessaris hauran de ser subministrats pel Contractista, conforme a les condicions del Plec vigent, havent d'estar disponibles amb anterioritat al començament de l'auscultació i havent de preveure el Contractista la incorporació dels mitjans auxiliars necessaris per a la correcta realització dels treballs.

El personal d'instrumentació responsable de la instal·lació, proves, vigilància i presa de lectures i registres dels instruments, haurà de ser personal qualificat i amb experiència en el camp de la instrumentació, a satisfacció de l'Adreça del Contracte.

#### **3.1 Pla d'auscultació**

Serà responsabilitat del Contractista l'execució de tots els treballs d'instrumentació, inclosa instal·lació, manteniment d'equips, presa de lectures... i de l'Adreça el seguiment i comprovació de les mateixes.

Per tot això, el contractista seguirà les indicacions de l'Adreça.

Aquesta Proposta d'Instrumentació contindrà almenys els següents elements:

- Resum de l'anàlisi de la situació i problemàtica de la zona, així com els principals aspectes a controlar.
- S'inclouran els reconeixements geotècnics necessaris per a la instal·lació dels diferents sistemes, com per exemple per a la instal·lació de inclinòmetres, extensòmetres i piezòmetres que requereixen en la majoria dels casos de l'execució d'un sondeig.
- Es definiran els diferents sistemes d'auscultació a aplicar i el seu disseny recolzat en plànols i esquemes que recullin la disposició de cada sistema. Tot això conforme es detalla en el present plec als apartats següents.
- Es desenvoluparan a més els següents aspectes: llindars d'alarma per a cada tipus d'instrumentació, freqüència de lectures, protocol d'actuació tractament de la informació, sistema de transmissió de dades...

##### **3.1.1. Sistemes d'auscultació**

En el Pla d'Instrumentació es realitzarà una descripció de les principals característiques del sistema a implantar, on almenys hauran de quedar recollits els següents aspectes:

- Elements del sistema. Es descriurà cada sistema d'instrumentació a emprar, instal·lació, funcionament, interpretació, especificacions tècniques, pla de calibratge i manteniments, costos, etc..., incloent plans, esquemes de configuració i/o fotografies dels diferents elements.



- Esquema de funcionament. Hauran d'incloure's plans, esquemes de configuració i/o fotografies que mostrin els diferents components que formen cada sistema i el seu funcionament.
- Instal·lació. Serà responsabilitat del Contractista la correcta instal·lació de la instrumentació, així com la verificació del bon funcionament del sensor una vegada instal·lat, la seva calibratge i el manteniment dels equips. Si es detectés qualsevol fallada en el mateix, el cost repercutit per la seva substitució serà assumit pel Contractista.
- Presa de dades. Per a cada instrument es detallarà la manera en el qual es realitzarà la presa de lectures, per a això haurà d'especificar-se si es tracta de sensors de lectura manual o automàtica.
- Processament de dades. Aquest tema es troba desenvolupa més endavant.
- Especificacions tècniques. Sempre que procedeixi, s'haurà d'incloure en un annex les fitxes del fabricant on apareguin les especificacions tècniques de cadascun dels tipus de sensors a instal·lar. S'inclouran expressament les dades bàsiques referents a rang de mesura, precisió, exactitud... de cada sensor.
- Pla de calibratge i manteniment d'equips. Serà responsabilitat del Contractista la realització del Pla de Calibratges així com la seva correcta execució. S'haurà d'incloure una taula que reculli per cada sensor, sempre que procedeixi, les dates d'inici i fi de vigència de la mateixa. Serà condició indispensable mantenir actualitzada aquesta taula. S'adjuntarà en un annex corresponent còpia dels certificats de calibratge acreditats de cadascun dels instruments instal·lats.

## **Llindars**

Inclòs en el Projecte d'Instrumentació, per a cadascuna de les magnituds a controlar hauran d'establir-se uns llindars inicials de referència de manera que permetin conèixer a tot moment el nivell d'alerta en el qual es troba cada sensor.

Per a la definició d'aquests llindars es tindran en compte dades bàsiques tals com: naturalesa del sòl, tipologia de l'estructura, tipus de fonamentació, previsió de moviments admissibles en funció de les diferents fases constructives quan escaigui i experiències prèvies en entorns similars. Així mateix, es tindrà en compte la normativa o recomanacions existents, i, en particular, les que es refereixen als condicionants quant a explotació i manteniment de la línia.

Tenint en compte tot l'anterior, haurà de realitzar-se una descripció en forma de resum que justifiqui la consecució d'aquests llindars. La definició d'aquests llindars estarà basada principalment en càlculs teòrics i en experiència pràctica i sentit comú.

Amb posterioritat, una vegada es vagin obtenint dades i aquests es vagin analitzant i interpretant, els llindars hauran de revisar-se i ajustar-se d'acord a les condicions reals de l'entorn.

S'empraran com a mínim dos llindars, que imitant el codi semafòric, establiran tres nivells de risc: verd, ambre i vermell.



Atenent als llindars establerts i a les implicacions dels nivells de risc s'hauran d'establir les diferents freqüències de lectura, així com les possibles mesures d'actuació que hauran de quedar recollides en el Protocol d'Actuació.

### 1.3. Freqüència de lectures

Igual que els llindars, tots els instruments hauran de portar associats unes freqüències de mesura. Aquestes freqüències podran veure's modificades en vista de l'evolució de les magnituds registrades al llarg de tot el període d'auscultació. Qualsevol modificació estarà sempre subjecta a l'aprovació de l'Adreça.

Les periodicitats proposades hauran de quedar reflectides en taules on estarà perfectament definit l'augment en la freqüència de lectures en funció del llindar de referència en el qual es trobi l'instrument analitzat.

Previ a l'inici de les lectures haurà de realitzar-se una "lectura zero" per a tota la instrumentació instal·lada. Aquesta lectura zero serà la mitjana de dues lectures consecutives.

El Contractista proposarà una freqüència de lectures, que podrà ser modificada durant l'execució de l'obra en funció dels resultats obtinguts, de l'evolució dels registres o de la superació dels llindars de control establerts, si l'Adreça així ho estima oportú.

## Protocol d'Actuació

Una vegada establerts els llindars de control i la freqüència de lectures, s'hauran de preveure mesures d'actuació en cada cas. Previ a l'activació del protocol, haurà de realitzar-se una comprovació del resultat obtingut. Per a això es realitzarà una segona lectura de comprovació, a més de comprovar la dada amb els obtinguts en els sensors situats en el seu entorn.

En la redacció del protocol s'haurà d'incloure una llista de persones que actuaran com la cadena de comandament responsable de la presa de decisions quan algun sensor depassi el llindar vermell. En aquest llistat de persones hauran d'estar representades totes les parts implicades.

## 3.2. SISTEMES D'INSTRUMENTACIÓ

### 3.2.1. Control hidrogeològic

Es descriuen a continuació les prescripcions generals per a la instal·lació i seguiment de la instrumentació habitualment emprada en campanyes de recerca hidrogeològica

#### Instal·lació de piezòmetres

##### Piezòmetres oberts

Es realitzaran mitjançant perforació a rotació com a tònica habitual, encara que si la informació geològica i les dimensions i potència de les unitats a perforar són suficientment conegudes es poden realitzar a destrossa (amb corona cega, trialeta tricon, etc.) prèvia justificació per part del Consultor i acceptació per l'Adreça de l'Estudi.



Quan les perforacions i els piezòmetres tinguin com a objectiu la recerca de la contaminació de sòls o aigües, s'utilitzaran materials i procediments adequats a aquesta finalitat.

La perforació haurà de ser realitzada amb un diàmetre mínim (que permeti el sistema de perforació emprat) i que asseguri una correcta instal·lació del piezòmetre i la connexió fiable d'aquest amb l'aqüífer.

S'instal·larà canonada piezomètrica comercial (sempre amb ranures de fàbrica), d'un diàmetre interior mínim de 60 mm., encara que aquest diàmetre es pot veure incrementat en els casos en els quals les condicions geològiques hidrogeològiques ho aconsellin. S'ha de tenir en compte en l'elecció de la entubament, que aquesta ha de tenir un diàmetre suficient per poder introduir una bomba submergible d'una capacitat suficient per generar un descens de làmina d'aigua d'almenys 2 metres.

La disposició de canonada cega i amb ranures a l'interior del sondeig es dissenyarà de manera que els límits inferior i superior de la reixeta quedin sempre enfrontats a farcit anul·lar de graveta o sorra silícia (en cas d'instal·lar-se empaquetatge), que al seu torn ha de quedar dins dels límits de la formació aquífera a estudiar, sense aconseguir el contacte de la formació aquífer amb les unitats que la limiten.

La canonada piezomètrica filtrant presentarà una superfície oberta d'almenys el 10%, i l'obertura de reixeta o pas de reixeta serà seleccionat en funció de la granulometria de l'aqüífer i de l'empaquetatge de graves empleat (en cas d'utilitzar-se).

S'entén que el grossor de paret ha de ser seleccionat a partir dels espessors comercials disponibles, en relació amb el diàmetre interior de canonada seleccionat i el material de la pròpia canonada (PVC-O, acer, acer inoxidable, etc.). D'entre els espessors disponibles s'ha de tenir en compte a més, els condicionants geològic-hidrogeològics que puguin afectar a la durabilitat de la canonada en el temps, especialment l'acidesa de l'aigua si es pretén instal·lar canonada d'acer o el caràcter incrustant de l'aigua. Altres condicionants a tenir en compte (sobretot en piezòmetres de gran profunditat), són la resistència a les traccions mecàniques i als esforços de compressió exterior produïts per embranzides del terreny, i fins i tot pel reblert de l'anul·lar.

La unió entre tubs ha de ser mecànica roscat de fàbrica, no acceptant-se en cap cas fixacions mitjançant cinta adhesiva, coles o similars. S'admetrà, de forma justificada, l'ocupació de sistemes de fixació addicionals a la rosca de fàbrica (cola, reblons, etc.).

Es col·locarà un tap de fons en la canonada, amb fixació similar a la de les juntes de canonada, no admetent-se d'igual manera fixacions mitjançant cinta adhesiva, coles, etc.

S'han d'instal·lar centradores en la canonada que assegurin el correcte centrat d'aquesta a l'interior de la perforació. La instal·lació s'ha de fer de forma mecànica, utilitzant per a la baixada i subjecció els elements i mordasses necessaris amb els quals ha d'explicar l'equip de perforació.

La longitud final de la canonada instal·lada ha de ser tal que, com a mínim, se superi en 5 metres amb canonada encesa la profunditat de l'últim tram amb ranures.

Una vegada conegudes les característiques litològiques i geomecàniques dels materials perforats, es decidirà la conveniència de la instal·lació d'empaquetatge de graves o no, i les seves característiques. En el cas de perforar-se diversos nivells inclosa la formació que es pretén controlar piezomètricament (formació aquífera),



s'ha d'assegurar el correcte aïllament piezomètric entre la formació d'interès i la resta mitjançant segells de bentonita. En aquests casos es fa indispensable la implantació de massís de graves per assegurar la ubicació dels segells de bentonita, assegurant així la independència piezomètrica de nivells.

El prefiltre o massís de graves, en cas d'instal·lar-se, ha de tenir un espessor total mínim de 30 mm. Estarà compost de graveta i/o sorra silícia calibrada, en l'anular, entre la canonada i la paret del sondeig. Tant l'obertura dels trams filtrants com la granulometria d'aquest prefiltre serà determinada en funció de la granulometria de l'aqüífer, amb l'objecte de construir piezòmetres eficients per al seu seguiment piezomètric, fins i tot en la realització d'assajos de bombament; exigint-se aquesta condició per a l'abonament dels piezòmetres.

L'elecció inicial de la granulometria del prefiltre ha de triar-se en funció de les dades granulomètriques recollits en estudis previs o en la bibliografia consultada. No obstant això, aquests valors i la idoneïtat del prefiltre emprat han de ser confirmats després de la perforació dels primers sondejos de campanya, sondejos en els quals es prendran específicament mostres amb aquesta finalitat per al seu assaig granulomètric en laboratori.

A continuació s'indica, tan sol a manera informativa, el criteri general per a l'elecció de reixeta i prefiltre, no obstant això el Consultor serà responsable de la seva elecció i de la correcta eficiència dels piezòmetres construïts:

- Nivells de graves mitjanes i gruixudes predominants sobre la fracció sorrenca; la quantitat de graves és d'un 60 - 70 % o superior i la proporció de sorres fines és inferior al 10 %: són adequades obertures de reixeta entre 5-10 mm. i és possible que no procedeixi la utilització de massissos de graves artificials i són ideals per a la creació de prefiltres naturals mitjançant sistemes de desenvolupament bidireccionals.

- Mescles de sorres i graves en diferent proporció, però sempre amb un contingut en fins inferior al 20%: són adequats passos de reixeta entre 0,5-3 mm. i la col·locació d'un prefiltre de granulometria entre 2-15 mm. El pas de reixeta sempre ha de ser inferior a la granulometria del prefiltre i tant la granulometria d'aquest com el pas de la reixeta es fixaran dins dels intervals anteriors, a la vista de les corbes granulomètriques dels assajos de laboratori.

- Mescles de graves i/o sorres amb un contingut en fins superior al 20%: és adequat la utilització de filtres dobles constituïts per un massís de sorra (1- 2 mm. de grossor) pegada a la reixeta (obertura 0,5-1 mm.) amb resines epoxy de 15-20 mm. d'espessor i un prefiltre exterior, de granulometria més gruixuda (2-3 mm.) i 80 mm. d'espessor. En cas d'impossibilitat d'utilitzar canonada amb massís de sorres pegat, es pot substituir aquest per un folrat de la canonada filtrant encunyada amb tela metàl·lica mosquitera, col·locant el prefiltre exterior directament entre la tela i el terreny.

El engravat (en cas d'utilitzar-se) es farà simultàniament a la retirada del tub de revestiment per evitar l'enfonsament de les parets.

En els trams sense ranures, l'espai anul·lar entre el terreny i l'entubament s'emplenarà mitjançant un segell impermeable, que pot estar constituït per dues alternatives:

- Segells de bentonita granular sense fins solts ni partícules que surin. Si és necessari, s'eliminassin mitjançant garbellat.



- Cementacions de beurada de ciment-bentonita abocada mitjançant canonada auxiliar. Quan es col·loquin sobre filtres granulars es disposarà una capa de separació de bentonita granular. Aquest tipus de cementacions són indispensables quan es requereixi que el reblert anular tingui resistència mecànica i s'ha de tenir en compte el temps de guarit necessari per programar les operacions.

La disposició de trams de canonada amb ranures i cega i dels reblerts anulars de material filtre o de segellat es dissenyarà a partir de la columna litològica obtinguda. Com a criteri general s'ha de considerar que els límits superior i inferior dels segells han de depassar per tots dos marges el contacte litològic que pretenen segellar. Els trams de segell han de quedar sempre i invariablement enfrontats a trams de canonada cega.

La instal·lació de bentonita es farà de forma lenta, simultàniament a la retirada de la canonada de revestiment. S'ha de controlar a tot moment la profunditat aconseguida durant la instal·lació, esperant els temps necessaris per al seu dipòsit, decantació i consolidació inicial. Les profunditats d'instal·lació han de ser invariablement les dissenyades de forma prèvia a la instal·lació.

Se segellarà l'anular entre la canonada de revestiment i el trepant en, com a mínim, els 2 metres superiors amb la finalitat de crear un segell superficial sanitari que eviti l'entrada de contaminants o aigües superficials entre l'anular i el terreny. La profunditat d'abast del segell sanitari ha d'estar justificada en funció de la naturalesa i característiques dels materials superficials perforats (reblerts, zones d'alteració, epikarst, etc.) havent de salvar-se aquests nivells mitjançant el segell sanitari superficial.

Per sobre del tram amb ranures s'instal·larà una longitud de canonada cega suficient per evitar l'entrada d'aigües superficials per infiltració externa a la canonada.

Es dotarà amb tapa (roscada o a pressió) la canonada piezomètrica i tapa o arqueta metàl·lica de protecció amb tancament, antivandàlic si fos necessari, al piezòmetre. L'arqueta de protecció de la boca del piezòmetre es fixarà fermament al terreny, cimentats de manera que no sigui possible aixecar-la ni moure-la manualment. Aquesta arqueta estarà roscada interiorment amb una rosca estàndard, de manera que sigui possible perllongar-la cap amunt mitjançant un tub acoblat a ella. La finalitat d'aquest sistema és permetre que el piezòmetre segueixi sent operatiu àdhuc en el cas que la superfície del terreny canviï de cota, per addició de terraplè, pavimentació o una altra obra futura durant les actuacions projectades/en execució.

En cas de previsió d'instal·lació d'algun tipus d'instrumentació a l'interior dels piezòmetres durant la fase de treballs de camp o en fases posteriors de seguiment (si les hi hagués), s'han d'instal·lar arquetes metàl·liques de protecció de tipus antivandàlics. Aquestes arquetes, els dissenys de les quals s'ha de presentar a l'Adreça i ha de comptar amb el vistiplau d'aquesta, disposaran de doble o triple tancament mitjançant cademat o similar i ho cargols de tancament de seguretat amb obertura mitjançant ocupació d'eines específiques que no siguin d'ús comú.

**Piezòmetres tancats**

Aquests piezòmetres quedaran preferentment equipats amb sensors piezomètrics de corda vibrant a l'interior del sondeig.

Una dels avantatges d'aquest tipus d'instruments és que permeten instal·lar diversos sensors en un sondeig, sempre que hi hagi suficient separació i s'utilitzi un procediment d'instal·lació adequat.



El sensor del piezòmetre tindrà una precisió superior al 0,5%, i un rang de mesura suficient per a les pressions esperades. Com a norma general aquests sensors s'instal·lessin suspesos d'una canonada auxiliar perduda d'acer o PVC rígid que arribarà fins al fons de la perforació. Aquesta canonada servirà per emplenar totalment el sondeig de beurada d'a baix cap amunt, deixant els sensors embeguts en el farcit. L'espai ocupat per la instal·lació i el diàmetre de la perforació han de ser suficients per permetre l'ascens de la beurada sense obstruccions i sense que els equips siguin arrossegats.

En situacions concretes i simples es pot estudiar altres alternatives d'instal·lació que ha de ser aprovat per l'Adreça del Contracte, com:

- Englobar el sensor dins de un jaç de material granular i emplenar la resta del sondeig amb bentonita granular.

- Usar un piezòmetre clavat en el fons del sondeig i emplenar el sondeig de material segellant.

El filtre dels sensors serà d'acer sinteritzat i estarà situat a la base del sensor. Abans de la seva instal·lació es desmuntarà el filtre i es tornarà a muntar submergit en un recipient ple. Durant la instal·lació es mantindrà amb el filtre cap amunt per evitar que es buidi l'aigua que conté. Aquesta aigua impedeix l'entrada d'aire, que augmentaria el temps de resposta, i de beurada de farcit.

En els piezòmetres clavats en el terreny i utilitzats per mesurar pressions intersticials negatives, s'utilitzaran filtres ceràmics laterals. Se seguiran les instruccions del fabricant per evitar que aquests filtres s'assequin o continguin aire oclòs.

Els diferents piezòmetres de corda vibrant col·locats en un sondeig, disposaran dels seus corresponents cables connectats a una caixa de borns amb protecció a la intempèrie.

El Consultor lliurarà a l'Adreça, un Croquis d'instal·lació piezomètrica a manera d'esquema amb la disposició dels piezòmetres en cada sondeig i la composició del mateix quant a farcit (espessors i tipus de graveta, segells o ciment, diàmetre de perforació, etc.). Així mateix es reflectirà la seqüència de les mesures a realitzar. Així mateix, haurà de lliurar un certificat de calibratge dels mateixos amb les constants de conversió freqüència-pressió i la freqüència de lectura del sensor a pressió zero atmosfèrica al moment i en la ubicació de la instal·lació.

A l'efecte de mesurament i abonament, totes les operacions de subministrament, transport, col·locació, engravat, segellat, cablejat i temps d'espera estan incloses en la unitat corresponent.

## **Instrumentació**

### **Instrumentació de piezòmetres tancats**

Els sondejos piezomètrics tancats s'instrumentaran preferiblement amb sensors de corda vibrant.

Cada sensor piezomètric necessita, una vegada construït, una calibratge inicial en la qual s'obté la seva constant de conversió, necessària per transformar les freqüències mesurades en pressions. A més, al moment de la instal·lació es calibra la seva "zero" de pressió, que igual que les constants, és també diferent per a cada sensor.



El dispositiu ha d'explicar així mateix amb un termistor integrat, que permeti controlar la possible influència tèrmica sobre el transductor de pressió.

Els sensors piezomètrics hauran de tenir una precisió mínima del 0,5%, i un rang de mesura suficient per a les pressions esperades.

La instal·lació exterior del cable, permetrà la correcta identificació del sensor on està connectat i permetrà sempre la lectura manual mitjançant connectors aprovats per l'Adreça del Contracte.

Quan es consideri necessari un registre continu dels sensors es connectessin a un mòdul d'adquisició i emmagatzematge de dades ("datalogger"). El cablejat es realitzarà de manera que permeti la fàcil connexió d'un lector manual sense haver de desconectar el mòdul de lectura automàtic. El dispositiu es triarà en funció de la memòria necessària, nombre de canals ocupats i les funcionalitats que ha de tenir i serà aprovat per l'Adreça del Contracte a proposta del Consultor.

**Instrumentació de piezòmetres oberts**

Els sondejos piezomètrics oberts podran ser instrumentats mitjançant la col·locació d'un sensor de pressió autònom, que permetrà mesurar i registrar el nivell de l'aigua en el sondeig.

El dispositiu se suspendrà d'un cable d'acer inextensible, de textura Vectran, i de longitud coneguda. Haurà d'estar sempre immers en la columna d'aigua, per a això haurà de preveure's la possible variació del nivell piezomètric. El sensor de pressió tindrà una precisió de 0,5%, i un rang de mesura suficient per a les pressions esperades.

Aquests dispositius registren la pressió de la columna d'aigua que es troba per sobre del sensor més la pressió atmosfèrica. Per tant, per conèixer exactament la pressió corresponent a la columna d'aigua, serà necessari compensar les variacions de la pressió atmosfèrica, restant-la de la pressió absoluta registrada. Amb aquest propòsit ha d'instal·lar-se al seu torn un sistema de mesura de pressió atmosfèrica. Per a això es pot emprar en el propi piezòmetre per un baròmetre de superfície de dimensions reduïdes, o bé, emprar un sensor que permeti compensar la pressió.

El sensor de pressió atmosfèrica pot ser únic si els sondejos equipats amb sensors de registre continu es troben en àrees properes i a cotes absolutes del mateix rang, o bé s'han d'instal·lar diversos quan les condicions de proximitat i altitud entre piezòmetres és molt diferent.

El dispositiu ha d'explicar també amb un termistor integrat, que permeti controlar la possible influència tèrmica sobre el transductor de pressió.

Per bolcar les dades registrades a un ordinador portàtil, o un altre dispositiu, és necessari extreure el sensor del sondeig i després de realitzar el bolcat, retornar-ho a la seva posició inicial. És possible també connectar el sensor a un cable de dades que permeti fer la lectura en l'exterior del sondeig (sense extreure-ho), o interconnectar-ho a un registrador de dades, però ha de disposar-se de una font d'alimentació externa doncs en cas contrari està molt limitada la longitud del cable que pot emprar-se.

El Consultor determinarà en cada cas el mètode més convenient a utilitzar, en funció de la cota del nivell piezomètric i les variacions que del mateix es prevegin. El tipus de sensors, precisió, periodicitat de mesures i descàrrega de dades s'han de fixar d'acord amb l'Adreça del Contracte.



## **Control de moviments verticals**

Tots aquells dispositius de control de moviments verticals que es mesurin mitjançant un Nivell de Precisió (extensòmetres, fites, bases i regletes d'anivellació), tindran la precisió del propi aparell de mesura.

Existeixen dos tipus de nivells, òptics i digitals. En tots dos casos les precisions de l'aparell seran de 0,3mm per a un recorregut d'un quilòmetre d'anivellació doble.

### **Extensòmetres**

Els extensòmetres es col·locaran en els punts indicats en el Pla d'Instrumentació, corresponent a zones especialment conflictives des del punt de vista del terreny, o de la possible afecció a edificis, obres o instal·lacions. Qualsevol altra ubicació o especificació relativa al nombre de punts d'ancoratge o posició dels mateixos, no contemplada en el Pla d'Instrumentació inicial, ha de comptar amb l'autorització expressa de l'Adreça.

En el cas dels extensòmetres d'exterior, s'instal·laran amb suficient antelació pel que fa al moment en què la influència de l'excavació aconseguixi el punt en què estan situats. Com a norma general, la distància mínima entre el extensòmetre i el front d'excavació al moment de la instal·lació serà de trenta metres (30 m). El cap del extensòmetre estarà protegida per una arqueta tancada amb clau.

Els extensòmetres d'interior s'instal·laran el més ràpid possible després de l'excavació. No haurà de transcórrer més d'un dia des d'aquesta fins al moment de la seva instal·lació i la primera lectura es farà de forma immediata.

La lectura podrà realitzar-se manualment amb un calibrador, encara que es recomana la lectura elèctrica centralitzada mitjançant potenciòmetre, corda vibrant o qualsevol altre mètode similar. La freqüència de lectures es determinarà en funció de tots els condicionants existents i d'acord amb l'Adreça.

### **Fites d'anivellació**

Se situaran en superfície segons itineraris longitudinals al reblert, en coronació i talussos, o transversals per mesurar cubetes d'assentament. Es procurarà no separar les fites entre si més enllà de vint metres (20 m), a fi de preservar la qualitat del mesurament.

Igual que els extensòmetres de varetes, solament proporcionen informació dels moviments registrats en l'extrem de la fita, que és el que es troba ancorat solidàriament al terreny.

La lectura es realitzarà de forma manual mitjançant Anivellació de Precisió. La freqüència de lectures es determinarà en funció de tots els condicionants existents i d'acord amb l'Adreça.

### **Bases d'anivellació**

Les bases d'anivellació són dispositius auxiliars que s'empren per poder realitzar els controls topogràfics d'anivellació de precisió. Són els punts de referència dels controls topogràfics. Tota anivellació de precisió ha de començar i acabar en una base d'anivellació. S'han de situar, sempre que sigui possible, fora de la zona



d'afecció de manera que no es vegin afectats per cap moviment. La seva estabilitat és la característica principal que els confereix ser els punts de referència.

En el cas en el qual fossi inviable la instal·lació de la base fora de la zona d'afecció, llavors s'instal·larà a la profunditat a la qual es consideri que el substrat és estable (habitualment solen estar instal·lats a uns 20m de profunditat).

El procés d'instal·lació serà el mateix que en el cas dels extensòmetres de varetes.

### **Regletes d'anivellació**

Per realitzar el control de moviments verticals en edificis hauran d'instal·lar-se regletes d'anivellació en els elements estructurals de la façana.

El mesurament es realitzarà de forma manual mitjançant anivellació de precisió. La freqüència de lectures es determinarà en funció de tots els condicionants existents i d'acord amb l'Adreça.

### **Mini prismes i control d'assentaments robotitzat**

Quan l'Adreça estimi necessari realitzar un control de subsidències en temps real, s'emprarà el sistema de control d'assentaments robotitzats mitjançant estacions totals.

Per a això és necessari instal·lar els següents components: Punts de control. Poden ser de 2 tipus:

Sistema de mesurament amb prismes: requereix la instal·lació física de prismes, els quals han d'estar col·locats de manera ferma i estable.

Mesura el moviment vertical de punts col·locats sobre una reixeta virtual horitzontal. L'angle de mesura en relació amb l'angle horitzontal és de 0° a 45°, per la qual cosa no es poden prendre mesures en un radi de 6 m amb centre en l'estació robotitzada. Sistema de mesurament sense prismes: no requereix la instal·lació de prismes, ja que la lectura es realitza directament sobre la mateixa superfície a mesurar. Aquest últim sistema s'haurà de combinar amb el sistema de mesurament amb prismes, a fi de confirmar que les lectures d'aquest sistema són correctes.

Aquest sistema s'usa per a la supervisió en temps real de l'enfonsament i elevació sense la necessitat d'objectius o prismes, proporcionant les mesures absolutes de deformació vertical mentre contínuament es calibra amb objectius o prismes de referència. La temperatura i correccions de pressió, són aplicades de la mateixa manera en temps real.

S'hauran d'instal·lar alguns prismes de referència fora de la zona de treball, a fi de que el sistema pugui comprovar que funciona correctament, corregint eventualment les seves mesures pel mètode dels menors quadrats (posició virtual del teodolit en cas de moviment d'aquest, correcció dels efectes tèrmics).

Estacions motoritzades: per a la presa de lectures dels punts de control. El sistema s'instal·larà en altura sobre un pal en acer o formigó, o en un terrat o terrassa d'edificis propers situat fora de la influència dels moviments.



**Sistema de comunicació:** el sistema ha de permetre comunicar les seves lectures en temps real mitjançant sistemes de transmissió remots (via radio, Wifi, 3G, GPRS, etc.) al lloc de vigilància que pot trobar-se en un local proper. Aquest sistema de comunicació haurà d'estar constituït pels elements necessaris, tals com a ordinadors, alimentació elèctrica, materials per a les connexions del tipus cables, convertidors dels protocols de transmissió, ràdios i/o mòdems, etc., i tot el necessari per dur a terme la transmissió de dades.

### **Arquetes de subsidència combinada**

Per realitzar controls de moviments en els tres eixos espacials X, Y i Z en superfície s'emprarà el sistema d'arquetes de subsidència combinades.

Els components d'aquest sistema són:

- Fites d'anivellació per mesurar moviments verticals emprant anivellació de precisió.
- Perns de convergència que permeten mesurar, mitjançant cinta extensomètrica, la distància horitzontal entre fites d'anivellació.  
A elecció del Contractista, i amb l'aprovació de l'Adreça, podrà acoblar-se un prisma a la vareta de la fita d'anivellació, que després de ser mesurat amb una estació total, proporcionarà els moviments en els tres eixos espacials. D'aquesta forma se substitueix el cap esfèric de l'extrem de la fita d'anivellació pel prisma, i s'elimina el pern de convergència.  
Les precisions en les lectures seran les del nivell de precisió i cinta extensomètrica per mesurar les fites i els pernns respectivament, o les de l'estació total si s'empren els prismes topogràfics.

### **Plaques d'assentament**

Les plaques d'assentament consten d'una placa quadrada de 1000 x 1000 x 10mm, que porta soldada al seu centre un tub buit de 25mm de diàmetre, que es mou solidari a la placa, i protegit exteriorment per un altre tub de 100mm de diàmetre concèntric a l'anterior, però no soldat a la placa.

Els materials seran d'acer, qualitat mínima ST52. Els tubs interiors seran roscats (mascle en la part superior i femella en la inferior), en segments d'1.000 o 1.500 mm de longitud exacta (una vegada roscats); els tubs exteriors seran del mateix tipus, excepte que el primer que recolza sobre la placa tindrà solament 1.450 mm de longitud, els restants seran d'1.500 mm.

Les plaques d'assentament són instruments molt susceptibles a sofrir danys que poden influir en les mesures, per la qual cosa s'ha d'extremar la precaució de no copejar-los accidentalment amb la maquinària d'obra. Així mateix, s'ha de prestar especial atenció per mantenir la verticalitat dels tubs durant el recreixement del reblert.



Les mesures poden realitzar-se amb instruments topogràfics convencionals sempre que s'obtingui una precisió de  $\pm 1.0\text{mm}$ .

### Freqüència de lectures

D'acord amb l'apartat corresponent desenvolupat en el present document, s'establiran els períodes de lectures que siguin necessaris, disminuint freqüència de lectures en funció del temps, i de l'estabilització de les mateixes.

De forma general, es definirà una freqüència de lectures inicial, fins que finalitzi el procés d'assentament quan s'hagi aconseguit l'altura màxima de farcit i les lectures s'hagin estabilitzat per complet.

Una vegada les lectures estiguin estabilitzades s'haurà de mantenir una mesura amb menor freqüència fins que finalitzi l'execució de l'obra o fins que l'Adreça estimi necessari.

## Control de moviments horitzontals

### Inclinòmetres

Hauran d'emprar-se aquests dispositius per realitzar controls de moviments horitzontals, ja sigui lliscaments del terreny, deflexió de piles o pilotis, deformacions de murs de contenció...

Els components d'un inclinòmetre són els següents:

Canonada inclinomètrica biaxial. Es tracta d'un tub amb dues ranures guia ortogonals que s'instal·la verticalment a l'interior del terreny o estructura la deformació transversal de la qual es pretén mesurar.

Sonda de mesura. És el dispositiu que s'encarrega de mesurar l'angle d'inclinació de la canonada. Habitualment se solen realitzar lectures al llarg de la canonada cadascun o zero amb cinc metres (1 o 0,5m). La sonda tindrà una sensibilitat de dues per deu elevat a menys cinc radiants ( $2 \times 10^{-5}$  rad) radiants i una precisió de cinc per deu elevat a menys quatre radiants ( $5 \times 10^{-4}$  rad). Posseirà sensor de tipus servoacceleròmetre i permetrà mesurar segons dos eixos perpendiculars (biaxial).

Unitat central de lectura. És la que s'encarrega de la recollida i emmagatzematge de les mesures en camp.

## Control de moviments a l'interior de túnels

### Convergències

Una vegada finalitzada la col·locació de tots els elements de sosteniment i a distància mai superiors a quinze metres (15 m) del front, el personal del Contractista col·locarà els perceptius perns de convergència, amb referències ocultes després de petites irregularitats per preservar-los de danys en les successives voladures.

Per a la mesura de la convergència s'utilitzarà la cinta extensomètrica de invar amb dispositiu de tensionat automàtic, amb un rang de zero a vint metres (0 a 20 m) i una precisió de zero amb zero cinc mil·límetres (0,05 mm). Com a dispositiu de lectura és aconsellable el calibre de quadrant.

Les seccions de convergència es col·locaran en principi segons el que es disposa en el Projecte, a una distància aproximada entre si de quinze metres (15 m). En zones



especialment conflictives des del punt de vista del terreny o a causa d'entroncaments, interseccions, eixamples, etc., no previstos, i amb autorització de l'Adreça d'Obra, es podran instal·lar seccions addicionals.

Els claus s'han de col·locar els més ràpidament possible després de l'excavació, i com a màxim a les vint-i-quatre hores (24 h) del pas del front d'excavació per la respectiva secció. Al moment de la instal·lació dels pernns s'efectuarà una lectura, que s'establirà com l'origen de les mesures.

### **Cèl·lules de pressió**

El rang de pressions serà de tres Mega Pascals (3 MPa) per a les cèl·lules radials i de trenta Mega Pascals (30 MPa) per a les transversals. La precisió en tot cas serà com a mínim de més, menys un per cent (1%).

És recomanable instal·lar un sistema de mesurament a distància mitjançant corda vibrant i centraleta de lectura.

### **Extensòmetres de corda vibrant**

Aquests sensors seran emprats sempre que es desitgi conèixer la tensió a la qual està sotmès el formigó d'una estructura (pantalla, piloti, dovella, etc.), o l'armadura embeguda en aquest formigó.

En el primer dels casos, el extensòmetre quedarà fixat a l'armadura mitjançant unes brides o un altre sistema que impedeixi que es desplaci al moment del formigonat, però que permeti certa folgança per mesurar les deformacions del formigó.

En el cas que l'objectiu sigui mesurar la tensió a la qual està sotmesa l'armadura, el extensòmetre haurà de soldar-se a la mateixa de manera que quedi solidari amb la barra d'acer on es troba ancorat.

La situació del dispositiu en la secció de túnel i la forma d'ancoratge han de documentar-se durant la instal·lació en plànols i amb fotografies.

El rang de mesura mínim serà de 3000  $\mu\text{m}/\text{m}$  amb una resolució de 0,5  $\mu\text{m}/\text{m}$ .

Els extensòmetres de corda vibrant estan formats per els següents components:

**Sensor:** conté un fil ancorat als extrems la variació dels quals de tensió respon a deformacions en els extrems del sensor.

**Unitat Central:** és la unitat encarregada de recopilar les mesures dels extensòmetres. Aquesta unitat sol estar instal·lada dins de un caixetí de registre que conté altres elements necessaris per a la transmissió de dades, o dispositius addicionals per complementar les lectures, com poden ser mòdems, antenes de transmissió, sensors de temperatura, etc.

**Cables de transmissió:** són els cables que uneixen cada sensor a la unitat central.



## **Cèl·lules de càrrega en ancoratges**

Les cèl·lules de càrrega s'empren per mesurar la càrrega a la qual està sotmès un ancoratge. S'haurà d'emprar la cèl·lula les dimensions de la qual i rang de mesura s'adaptin a les del propi ancoratge.

Aquest sistema posseeix els següents components:

Cèl·lula de càrrega: sensor que mesura la càrrega a la qual està sotmès l'ancoratge.

Unitat Central: és la unitat encarregada de recopilar les mesures de les cèl·lules. Aquesta unitat sol estar instal·lada dins d'un caixetí de registre que conté altres elements necessaris per a la transmissió de dades, o dispositius addicionals per complementar les lectures, com poden ser mòdems, antenes de transmissió, etc.

Cables de transmissió: són els cables que uneixen cada sensor a la unitat central.

Durant el procés d'instal·lació, haurà de tenir-se especial cura en què la cèl·lula quedi perfectament centrada entre la placa de repartiment i la placa de distribució de l'ancoratge.

## **3. INFORMES DE SEGUIMENT I ANÀLISI DE RESULTATS**

Tots els resultats procedents de les mesures realitzades en l'auscultació es recolliran en llistats, taules i gràfics que es presentaran a la Direcció al mateix temps en paper i en suport digital.

Amb caràcter rutinari i amb la periodicitat que l'Adreça estableixi, i independència respecte a altres informes complementaris o de caràcter extraordinari que poguessin ser sol·licitats, s'estableix el següent procediment per a la presentació d'informes, la seva freqüència, així com el contingut mínim dels mateixos:

### **3.1. Informe d'Incidències**

Contindrà la recopilació, anàlisi i interpretació de resultats obtinguts en el cas de detectar-se incidències.

Es realitzarà sempre que succeeixi algun dels següents esdeveniments:

- Superació de líndar.
- Instal·lació o desinstal·lació d'un dispositiu de control.
- Pèrdua de lectures o reparació d'un instrument.



- Qualsevol altre esdeveniment que alteri el procediment normal de control de la zona d'estudi.  
El seu contingut mínim serà el següent:
- Anàlisi de la situació que ha motivat la creació de l'Informe d'Incidència.
- Esquema de situació de la instrumentació general de la zona i de la zona específica en la qual s'hagi produït la incidència.
- Resultats en forma de taules i gràfics dels sensors en els quals s'hagi produït la incidència.
- Conclusions i resolució de la incidència.

### **3.2. Informes de seguiment periòdics**

Contindrà la recopilació, anàlisi i interpretació de resultats obtinguts, amb caràcter rutinari, en un determinat període de mesurament.

La freqüència d'aquests informes serà determinada per l'Adreça en funció de la magnitud i complexitat de la instrumentació instal·lada, de les característiques de la zona d'estudi, de la urgència de la disponibilitat de mesures, etc., podent ser setmanal, mensual, bimensual...

El seu contingut mínim serà el següent:

- Plànols actualitzats de situació de la instrumentació instal·lada de la zona d'estudi.
- Taula amb tots els sensors instal·lats, dividits per tipus, i on quedi reflectida, entre unes altres, la data d'instal·lació, la data de la primera lectura zero, data de reposició si escau i llindar en el qual es troba al moment d'emissió de l'informe.
- Situació de la instrumentació: activa, inactiva temporalment, reposada, baixa definitiva, etc... tenint en compte incidències, llindars en informes previs...
- Resultats del període de control en forma de taules i gràfics de tots els sensors.
- Conclusions. Haurà de realitzar-se una anàlisi de les dades i una interpretació dels resultats obtinguts i sobre la base d'això una valoració de les possibles causes que hagin pogut generar-los quan aquests hagin depassat algun llindar.

### **3.3. Informe Final d'Auscultació**

Contindrà la recopilació global, anàlisi i interpretació de tots els treballs realitzats a origen i les seves conclusions.

Serà únic i es redactarà al final dels treballs d'Auscultació. El seu contingut mínim serà el següent:

- Plànols actualitzats de situació de la instrumentació instal·lada de la zona d'estudi.
- Taula amb tots els sensors instal·lats, dividits per tipus, i on quedi reflectida, entre unes altres, la data d'instal·lació, la data de la primera lectura zero, data de reposició si escau i llindar en el qual es troba al moment d'emissió de l'informe.
- Situació de la instrumentació: activa, inactiva temporalment, reposada, baixa definitiva, etc... tenint en compte incidències, llindars en informes previs...



- Resultats del període de control en forma de taules i gràfics de tots els sensors.
- Conclusions. Haurà de realitzar-se una anàlisi de les dades i una interpretació dels resultats obtinguts i sobre la base d'això una valoració de les possibles causes que hagin pogut generar-los quan aquests hagin depassat algun llindar.
- Conclusions i recomanacions des del punt de vista geològic - geotècnic, hidrogeològic, anàlisi de riscos.



**ANNEX 3. INSTRUCCIÓ 3/2018**

## **INSTRUCCIÓ DGIM/3/2018** sobre la gestió d'incidències per desprendiments i esllavissades

---

1. Introducció.
2. Objectius de la Instrucció.
3. Objecte
4. Àmbit d'aplicació
  - 4.1 Àmbit subjectiu
  - 4.2 Àmbit objectiu
5. Contingut material
6. Publicitat
7. Actualització
8. Vigència

Annex: Procediment de gestió d'incidències per desprendiments i esllavissades

### **1. Introducció**

---

El Departament de Territori i Sostenibilitat (en endavant DTES), a través de la Direcció General d'Infraestructures de Mobilitat (en endavant DGIM), és el principal operador de mobilitat de Catalunya gestionant 6.012 km de carreteres que donen servei a més de 840 milions d'usuaris/any.

Per al correcte funcionament d'aquesta xarxa de carreteres, cal assolir uns nivells adequats de comoditat de circulació i de seguretat dels usuaris, que es poden veure compromesos quan es produeixen afectacions al trànsit per causa de desprendiments de roques o d'esllavissades de terres dels talussos dels desmunts de la carretera, o fins i tot, de les vessants naturals adjacents. Per tal d'avaluar i gestionar aquest tipus d'incidències la DGIM ha creat un sistema de gestió de talussos, el Sistema de Gestió de Talussos per a la xarxa de carreteres de la Generalitat de Catalunya (SGT)

Aquest sistema de gestió de talussos estableix una **base de dades** a partir del coneixement de les característiques dels talussos de desmunt de la carretera (**inventari**) i del seu estat (**inspeccions** sobre el terreny), així com de la configuració de la carretera, del trànsit, de l'entorn i de les incidències recopilades en relació a aquests elements. D'aquesta manera, a la **base de dades** creada se li aplica un model d'**avaluació del risc**, que proporciona un indicador (**índex de contingència**) que permet determinar si cal realitzar alguna actuació, amb quina prioritat i en quina mesura aquesta actuació redueix el risc existent, en el cas de ser executada.

Així, l'arribada de pedres o d'aterraments a les zones circulables d'una carretera, es considera una **no conformitat** d'acord amb el sistema de gestió de talussos abans esmentat. D'aquesta manera, la DGIM pot disposar d'una eina eficaç per tractar d'evitar que es produeixin aquestes incidències o perquè, quan es produeixen, es puguin afrontar adequadament i resoldre en el termini més breu possible amb el millor aprofitament dels mitjans, tècnics i humans, disponibles.

En el cas dels vessants naturals, cal recordar que aquests no formen part de la carretera ni dels seus elements funcionals.

En aquest sentit, cal recordar que durant el període 2013-2015 s'han produït un total de **1.498 incidències** per esllavissades o despreniments a la xarxa viària de la Generalitat de Catalunya, amb una mitjana d'unes 550 incidències per any (**10 cada setmana**), derivades dels aproximadament 20.000 talussos de desmunt que s'estima que hi a la xarxa de carreteres de la Generalitat de Catalunya o de les seves respectives vessants naturals.

Davant d'aquesta situació, cal sistematitzar i actualitzar el procediment pel tractament uniforme de totes les incidències per despreniments o esllavissades que es produeixen a la xarxa viària de la Generalitat de Catalunya, per tal de poder donar una resposta adequada, homogènia, uniforme i normalitzada als requeriments de comoditat i de seguretat del servei per a tots els usuaris i treballadors de les carreteres de les qual la Generalitat de Catalunya és titular.

## **2. Objectius de la Instrucció**

---

Els objectius d'aquesta Instrucció són els següents:

- Atendre els requeriments de servei de la xarxa de carreteres de la Generalitat de Catalunya, pel que fa a la gestió de les incidències que es produeixen per despreniments o esllavissades del terreny.
- Sistematitzar la recollida de dades de les incidències per esllavissades i despreniments per dotar-les de la qualitat requerida per ser incloses en la base de dades del Sistema de Gestió de Talussos per a la xarxa de carreteres de la Direcció General d'Infraestructures de Mobilitat.
- Protocol·litzar els nivells d'intervenció i de decisió dels actors implicats en la resolució d'aquestes incidències.
- Unificar els criteris d'inspecció i d'avaluació del risc.
- Proporcionar informació preliminar per a eventuais intervencions preventives, més enllà de les que es puguin derivar de la resolució immediata de la incidència.

## **3. Objecte**

---

L'objecte d'aquesta instrucció és regular el procediment de gestió d'incidències per despreniments o esllavissades que es produeixen en l'àmbit de la xarxa de carreteres de la Generalitat de Catalunya

## 4. Àmbit d'aplicació

---

### 4.1. Àmbit subjectiu

Aquesta Instrucció s'aplica i és d'obligat compliment per a totes les unitats que depenen orgànicament o funcionalment de la DGIM i a les societats concessionàries que gestionen indirectament les carreteres titularitat de la Generalitat de Catalunya-

### 4.2. Àmbit objectiu

Aquesta Instrucció és d'aplicació obligatòria a les carreteres de la xarxa viària de la Generalitat de Catalunya.

## 5. Contingut material

---

El procediment a seguir per a la gestió d'incidències per desprendiments o esllavissades es durà a terme d'acord amb el que s'estableix al document que acompanya aquesta Instrucció:

- **Procediment de gestió d'incidències per desprendiments i esllavissades**

## 6. Publicitat

---

La difusió d'aquesta Instrucció es durà a terme mitjançant la seva publicació a l'apartat de la intranet del DTES identificat a tal efecte. Així mateix, i per tal que la Instrucció pugui ser convenientment accessible, es publicarà al web del DTES juntament amb el document *Procediment de gestió d'incidències per desprendiments i esllavissades*

Per al seu coneixement i aplicació, es trametrà la Instrucció als actuals operadors de gestió indirecta. També es trametrà al Servei Català de Trànsit per al seu coneixement.

## 7. Actualització

---

La DGIM d'acord amb la experiència adquirida i l'evolució dels equips d'auscultació i instrumentalització revisarà periòdicament el contingut del document *Procediment de gestió d'incidències per desprendiments i esllavissades*, per tal de mantenir-lo actualitzat.

A tal efecte, el contingut material publicat a la Intranet i al web de DTES s'anirà actualitzant periòdicament d'acord amb aquestes revisions

## 8. Vigència

---

Aquesta Instrucció és vigent i produeix efectes a partir de la data de la seva publicació a la intranet del DTES.

A partir d'aquest moment, totes les actuacions de gestió d'incidències per desprendiments i esllavissades a la xarxa de carreteres de la Generalitat, gestionada directament pels serveis propis de la DGIM, hauran d'aplicar el contingut d'aquesta instrucció.

Pel que fa al xarxa viària gestionada indirectament, i llevat de l'apartat 4.1 "Tractament d'incidències" del document de procediment que acompanya aquesta Instrucció, que serà d'aplicació a partir de l'entrada en vigor d'aquesta Instrucció, les societats concessionàries disposaran d'un termini de trenta (30) dies a partir de l'entrada en vigor de la instrucció per informar a la DGIM sobre el procediment que actualment tenen establert per gestionar les incidències per esllavissades i desprendiments que es produeixen en els respectius àmbits de gestió, així com les adaptacions o modificacions en aqueixos per tal de donar compliment al procediment fixat en aquesta Instrucció, en aquells aspectes que calgués adaptar.

En el termini màxim de dos (2) mesos la DGIM procedirà a la seva validació, o, en el seu cas, a requerir les millores necessàries a tal efecte. En aquest darrer cas, la societat concessionària disposarà d'un termini addicional de quinze (15) dies per lliurar la documentació definitiva que incorpori les millores requerides.

Un cop validat definitivament el procediment, per part de la DGIM la societat concessionària disposarà d'un termini màxim d'un (1) any per implantar-lo dintre del seu àmbit de gestió, així com posar-ho en coneixement del DTES.

F. Xavier Flores Garcia  
Director general d'Infraestructures  
de Mobilitat

## **PROCEDIMENT DE GESTIÓ D'INCIDÈNCIES PER DESPRENIMENTS I ESLLAVISSADES**

1. Objectius
2. Àmbit d'aplicació
3. Actores
  - 3.1. Comandaments territorials
  - 3.2. Centre de control viari
  - 3.3. Equips d'ajuda a la viabilitat
  - 3.4. Inspectors de talussos
  - 3.5. Inspectors generals de talussos
  - 3.6. Tècnic assessor en desmuntats
  - 3.7. Tècnic assessor en vessants
4. Procediment
  - 4.1. Tractament d'incidències
  - 4.2. Inspeccions
  - 4.3. Avaluació
  - 4.4. Actuacions
  - 4.5. Seguiment

### **ANNEXOS:**

- Annex 1: Diagrama del flux de decisions  
Annex 2: Models de registre de la informació  
Annex 3: Glossari
- 

### **1. Objectius**

El Procediment de gestió d'incidències per desprendiments o esllavissades, dins del Sistema de Gestió de Talussos (en endavant SGT) per a la xarxa de carreteres de la Direcció General d'Infraestructures de Mobilitat (en endavant DGIM) de la Generalitat de Catalunya, té per objecte el tractament homogeni, uniforme, normalitzat i proporcional d'aquestes incidències, en funció del risc avaluat, per tal de garantir la comoditat i la seguretat dels usuaris i dels treballadors de la xarxa viària.

Concretament, es tracta de:

- Sistematitzar la recollida de dades de les incidències per esllavissades i desprendiments per dotar-les de la qualitat requerida per ser incloses en la base de dades
- Protocol·litzar els nivells d'intervenció i de decisió dels actors implicats en la resolució de les incidències
- Unificar els criteris d'inspecció i d'avaluació del risc



- Proporcionar informació preliminar per a eventuais intervencions preventives, més enllà de les que es puguin derivar de la resolució immediata de la incidència.

## **2. Àmbit d'aplicació**

Aquest procediment és d'aplicació a totes les incidències per desprendiments o esllavissades a la xarxa viària de la Generalitat de Catalunya, que comportin l'activació d'un equip d'ajuda a la viabilitat, sens perjudici que el gestor de la via pugui aplicar-lo en altres casos.

## **3. Actors**

A continuació, i als únics efectes de descriure les tasques que desenvolupen, es relacionen els diferents actors que intervenen en el procediment de gestió d'incidències per desprendiments i esllavissades, sense que en cap cas això comporti la creació d'una nova categoria laboral.

### *3.1. Comandaments territorials*

Als efectes d'aquest procediment, es consideren comandaments territorials les persones amb càrrec de comandament de l'Administració o de les entitats gestores de la xarxa viària, encarregades de mantenir-la en servei en les millors condicions possibles.

A aquests els correspon, dins de les tasques que tenen assignades pel seu lloc de treball:

- Activar els mitjans addicionals disponibles per a la resolució de les incidències, mes enllà dels mitjans ordinaris prèviament establerts per a l'atenció d'aquest tipus d'incidències.
- Activar les inspeccions especialitzades que eventualment corresponguin.
- Decidir les actuacions necessàries per al restabliment provisional o definitiu del servei, dins dels recursos assignats al seu àmbit competencial.
- Proposar actuacions d'emergència o urgència, quan les actuacions necessàries per al restabliment del servei excedeixin els recursos assignats al seu àmbit competencial.
- Proposar actuacions de disminució del risc observat durant el tractament de la incidència.

La seva disponibilitat serà la que correspongui al seu càrrec de comandament.

### *3.2. Centre de control viari*

Es considera **centre de control viari** el centre de gestió de la xarxa viària, compost per un personal específicament format, que s'encarrega de recollir, trametre i fer el seguiment de la informació sobre les incidències a la xarxa viària.

A aquests els correspon:



- Recopilar i validar les informacions sobre les incidències.
- Registrar i facilitar informació elaborada sobre l'inici, l'evolució i la finalització de les incidències, indicant especialment si aquestes estan relacionades amb algun accident.
- Assignar i comunicar immediatament les incidències als gestors de la xarxa viària encarregats de resoldre-les.
- Informar sistematitzadament de les incidències, d'acord amb el procediment general de comunicació d'incidències.

La disponibilitat del centre de control viari és permanent, les 24 hores del dia, durant tots els dies de l'any.

### *3.3. Equips d'ajuda a la vialitat*

Als efectes d'aquest procediment, es consideren **equips d'ajuda a la vialitat** els equips d'actuació habilitats per al restabliment immediat de la vialitat en el nivell habitual de servei de la carretera.

A aquests els correspon:

- Restablir la vialitat, demanant, si s'escau, els mitjans auxiliars necessaris, més enllà dels que estiguin assignats a l'equip de manera ordinària.
- Informar sobre l'estat de la carretera, sobre el desenvolupament dels treballs realitzats per l'equip per resoldre la incidència, de quan s'han començat i de quan han acabat, d'acord amb el procediment general de resolució d'incidències establert.
- Proposar als seus comandaments territorials, si s'escau, la conveniència d'una inspecció especialitzada del talús.

La disponibilitat dels equips d'ajuda a la vialitat és permanent, les 24 hores del dia, durant tots els dies de l'any, d'acord amb els torns establerts segons la legislació en matèria laboral.

### *3.4. Inspectors de talussos*

Als efectes d'aquest procediment, es consideren **inspectors de talussos** els tècnics especialitzats en la matèria, que formen part de l'organisme o entitat encarregada del manteniment del talús afectat i que, per les tasques que desenvolupa en el seu lloc de treball, té experiència en tècniques de manteniment i construcció de carreteres i ha rebut una formació especialitzada en inspecció bàsica de talussos.

A aquests els correspon, dins de les tasques que tenen assignades pel seu lloc de treball:

- Realitzar inspeccions bàsiques de talussos de desmunt, complimentant les dades d'inventari i d'estat, d'acord amb el que s'estableixi al SGT, en el termini màxim, en general, de dues (2) setmanes des de la data de la incidència.
- Avaluar, de manera preliminar, l'origen de la incidència: desmunt o vessant.
- Proposar, si s'escau, la conveniència d'activar la intervenció de l'inspector general de talussos.
- Realitzar l'avaluació preliminar de les dades de la inspecció bàsica.

Els inspectors de talussos tenen una disponibilitat ordinària, d'acord amb l'establerta pel seu lloc de treball.

Podrà habilitar-se com a inspector de talussos el personal laboral de categories professionals dels grups C1 o C2 adscrit als serveis encarregats de l'explotació o del manteniment de les carreteres, un cop superada la formació específica establerta per a tal finalitat.

Quan l'organisme o entitat encarregada del manteniment dels talussos no disposi de personal suficient, es podran contractar les tasques d'inspecció de talussos contemplades en aquest apartat a mitjans externs.

### *3.5. Inspectors generals de talussos*

Als efectes d'aquest procediment, es consideren **inspectors generals de talussos** els tècnics especialitzats, que formen part de l'entitat encarregada del manteniment del talús afectat i que, per les tasques que desenvolupen en el seu lloc de treball, tenen experiència en tècniques de manteniment i construcció de carreteres i que, per la seva formació acadèmica i pel cos especial de funcionari al qual pertanyen, són competents en matèria de geotècnia.

Concretament, a aquests els correspon, dins de les tasques que tenen assignades pel seu lloc de treball:

- Realitzar inspeccions especials de talussos de desmunt, d'acord amb el que s'estableixi al SGT, en el termini màxim, en general, de quatre (4) setmanes des de la data de la incidència.
- Proposar, si s'escau, a l'inspector general de talussos encarregat de fer la gestió, segons s'indica més endavant en aquest apartat, la conveniència d'activar la intervenció del tècnic assessor en desmunts (apartat 3.6) o del tècnic assessor en vessants (apartat 3.7).
- Avaluar les dades de les inspeccions, mitjançant l'emissió de la corresponent nota tècnica.
- Proposar a la DGIM, si s'escau, l'eventual necessitat d'actuacions addicionals, ajustades al Catàleg d'Actuacions del SGT.

Els inspectors generals de talussos de la DGIM, podran estar assessorats en matèria de patologies en desmunts i de patologies en vessants per un tècnic assessor en desmunts i per un tècnic assessor en vessants, que realitzaran les funcions que s'indiquen en els apartats 3.6 i 3.7 d'aquest document.

A tal efecte, la DGIM habilitarà, a la seva disposició, unes assistències tècniques específicament contractades per realitzar aquests assessoraments.

Un dels inspectors generals de talussos, designat per la DGIM, s'encarregarà de gestionar els contractes d'assistència tècnica abans mencionats, així com les peticions que es formulin d'activació dels tècnics assessors en desmunts i dels tècnics assessors en vessants.

Els inspectors generals de talussos tenen una disponibilitat d'acord amb les funcions que tenen encomanades com a tals.

### *3.6. Tècnic assessor en desmunts*

Als efectes d'aquest procediment, es considera **tècnic assessor en desmunts** el tècnic especialitzat en la inspecció i l'avaluació acurada de les patologies existents en els talussos de desmunt, que haurà de disposar d'acreditació per realitzar treballs verticals atorgada per l'organisme competent.

A aquests els correspon:

- Realitzar inspeccions especials de talussos de desmunt, d'acord amb el que s'estableixi al SGT, amb els mitjans que siguin necessaris per conèixer les eventuais situacions d'inestabilitat i les causes que les produeixen.
- Avaluar les dades de les inspeccions, mitjançant l'emissió de la corresponent nota tècnica.
- Proposar a l'inspector general de talussos, si s'escau, l'eventual necessitat d'actuacions addicionals, ajustades al Catàleg d'Actuacions del SGT, o, eventualment, la necessitat d'un estudi previ per a la definició de les actuacions que se'n derivin.

La disponibilitat del tècnic assessor en desmunts és permanent, les 24 hores del dia, durant tots els dies de l'any.

Les tasques a desenvolupar pel tècnic assessor en desmunts, com s'ha indicat anteriorment, es contractaran a mitjans externs.

### *3.7. Tècnic assessor en vessants*

Als efectes d'aquest procediment, es considera **tècnic assessor en vessants** el tècnic especialitzat en la inspecció i l'avaluació acurada de les patologies existents en els vessants naturals.

A aquests els correspon:

- Realitzar la inspecció i l'avaluació de fenòmens d'inestabilitat de vessants, en aquelles incidències que, a criteri dels inspectors generals de talussos, siguin de vessants, amb els mitjans que siguin necessaris per conèixer les eventuais situacions d'inestabilitat i les causes que les produeixen.
- Determinar el nivell de risc de les diferents parts de les vessants analitzades, d'acord amb els nivells de risc establerts pel SGT.
- Redactar notes tècniques i/o informes a petició dels inspectors generals.

El tècnic assessor de vessants té una disponibilitat ordinària.

Les tasques a desenvolupar pel tècnic assessor en vessants, com s'ha indicat anteriorment, es contractaran a mitjans externs.

## 4. Procediment

### 4.1. Tractament d'incidències

Els avisos d'incidències per esllavissades o despreniments, entesos d'acord amb la definició establerta a l'annex 3, han de quedar sempre recollits al Centre de Control Viari de la Generalitat de Catalunya, a Vic (d'ara endavant, CCV). A més, en el cas que es tracti d'un tram de carretera de gestió indirecta, també al centre de control viari propi del gestor de la via.

Per aquest motiu, en cas que la incidència sigui comunicada directament al centre de control viari del gestor corresponent, aquest l'haurà de traslladar immediatament al CCV. I a l'inrevés, en el cas que el CCV rebí la incidència en un tram de carretera gestionada indirectament, l'haurà de traslladar immediatament al centre de control viari propi del gestor corresponent. En qualsevol cas, els centres de control dels gestors viaris hauran de traslladar la incidència al CCV.

I això sense perjudici d'altres possibles comunicacions que, per raó de la seva magnitud, puguin preveure els respectius protocols de funcionament dels corresponents centres de control viari.

El centre de control viari que reculli la incidència haurà de requerir, com a mínim, la informació següent:

- **Localització** (carretera i ubicació mitjançant punt quilomètric o qualsevol altra localització inequívoca).
- Identificació del **perfil** de la persona que realitza l'avís (particular, professional de la carretera, policia municipal, policia de trànsit, personal de manteniment de la carretera, ...).

En el cas que l'avís d'incidència l'origini una persona amb un perfil considerat no qualificat pel sistema general d'atenció d'incidències, caldrà que el centre de control viari receptor d'aquest avís, tingui la confirmació per part d'una persona amb perfil qualificat, d'acord amb la definició que a tal efecte es recull a l'annex 3 d'aquest document.

#### 4.1.1 Gestió Directa

Un cop confirmat pel personal de sala del CCV l'avís per part d'una persona amb perfil qualificat, es transmetrà telefònicament a l'equip d'ajuda a la viabilitat al que correspongui l'atenció de la incidència, així com a la resta de persones que n'hagin d'estar assabentades, en funció de la magnitud de la incidència i d'acord amb el protocol general de gestió d'incidències, al qual es fa referència a l'annex 3 d'aquest document.

Adicionalment a la informació mínima anteriorment recollida sobre la incidència en el CCV, l'equip d'ajuda a la viabilitat que l'atengui haurà de recollir i registrar la següent **informació bàsica** per a la presa de decisions:



- **Localització:** Carretera, pk exacte (amb precisió decamètrica), marge i coordenades (si disposa d'equip georeferenciador).
- **Mida bloc o volum aproximat de l'esllavissada:** Quantitatiu (diàmetre major), evitar descripcions qualitatives.
- **Distància** des del peu del desmunt dels blocs caiguts a la zona circulable, o cicatrius al ferm o d'altres elements de la via malmesos (biones, postes, instal·lacions..).
- **Consideracions** sobre el possible origen de les pedres o terres, desmunt o vessant.
- **Recull fotogràfic:** Pedres o terres caigudes, afectació a la calçada, estat del desmunt, origen possible de la caiguda, presència d'aigua, caiguda de vegetació... També, si es fan reparacions o tractaments de la cara del desmunt abans de l'arribada dels tècnics especialistes.
- **Marcatge:** Sempre que sigui possible, s'ubicaran provisionalment els elements caiguts en un indret adequat i es marcaran (preferiblement, amb pintura vermella), de manera que puguin ser inspeccionats en els dies immediatament posteriors a la incidència pels actors anteriorment detallats que corresponguin. En aquest cas, es registrarà també el nombre i tipus d'elements marcats, la seva ubicació provisional i el color emprat en el marcatge.

La recollida d'aquesta informació es farà d'acord amb el protocol general de gestió d'incidències de la DGIM, i, un cop recollida, l'equip d'ajuda a la vialitat l'ha de traslladar al CCV per tal que aquest la incorpori a la base de dades del sistema d'informació geogràfica de la DGIM, definit a l'annex 3.

Cal fer esment que una incidència sempre genera un registre en aquesta base de dades i, eventualment, també pot generar una inspecció bàsica, segons es descriu a l'apartat 4.2.

#### *4.1.2 Gestió Indirecta*

Els procediments actualment establerts per a la gestió d'incidències per esllavissades o desprendiments a la xarxa de gestió indirecta, per part de cada un dels operadors, s'ajustaran al procediment descrit en aquest apartat, per tal de poder donar compliment als objectius indicats en aquest document, o determinar els procediments equivalents que donin compliment a la present Instrucció sobre la gestió d'incidències per desprendiments i esllavissades.

#### *4.2. Inspeccions*

##### *4.2.1 Gestió Directa*

##### *4.2.1.1 Inspecció bàsica*

L'arribada de material a la zona circulable de la carretera, provinent del talús de desmunt o vessant natural es considera una "**no conformitat**" en el sistema de gestió

de talussos, segons aquesta es defineix a l'Annex 3, i genera, en qualsevol cas, una inspecció bàsica del talús on s'ha produït la incidència, a realitzar per un inspector de talussos.

Una inspecció bàsica consisteix en la recollida de dades sobre l'estat i les característiques d'un talús de desmunt de la carretera, així com el seu registre i processament d'acord amb el SGT, per tal d'obtenir el corresponent indicador de risc o índex de contingència del talús.

L'equip d'ajuda a la vialitat que hagi atès la incidència comunicarà immediatament per correu electrònic, si s'escau, el caràcter de no conformitat de la incidència al seu comandament territorial immediat, o equivalent, a la seva demarcació, el qual s'encarregarà d'activar l'actuació de l'inspector de talussos.

L'inspector de talussos haurà de realitzar la fitxa de la inspecció i processar les dades recollides segons els criteris del SGT en el termini màxim de dues (2) setmanes a comptar des de la data de la incidència.

En aquesta fase l'inspector ha d'establir la zona de sortida del material que origini la incidència i reconèixer si es tracta d'un fenomen de vessant o no.

Tota la informació es registrarà al SGT i, si la magnitud de la incidència ho requereix, es comentarà personalment amb l'inspector general de talussos del seu àmbit, per tal de que valori la conveniència d'activar una inspecció especial.

#### *4.2.1.2 Inspecció especial*

La **Inspecció Especial** es planteja com un estudi més acurat de l'estabilitat del desmunt, que pot incloure la redacció d'un estudi geotècnic, la instal·lació d'instrumentació, la redacció d'un Pla d'Auscultació, amb la realització d'inspeccions periòdiques, i el seguiment topogràfic.

Una inspecció especial s'activarà a criteri de l'inspector general de talussos i, en qualsevol cas, sempre que:

- La incidència no s'hagi pogut resoldre mitjançant les operacions habituals de conservació.
- La magnitud de la incidència sigui significativa (volum important en metres cúbics, blocs de grans dimensions).
- S'hagi produït una afectació important al servei (tall prolongat de la via, mitjans auxiliars extraordinaris per a la resolució.)
- L'equip de vialitat dubti de l'estabilitat del desmunt afectat un cop resolta la incidència, i que estigui compromès el restabliment de l'obertura al trànsit.
- S'hagin produït danys a tercers (afectacions a usuaris de la carretera, finques i/o béns propers a la carretera.).
- S'hagi produït un accident de trànsit.

Si l'inspector general de talussos dubta de l'estabilitat del desmunt un cop realitzades les tasques ordinàries de resolució d'incidència d'acord amb el SGT i es considerés necessària una inspecció més acurada, aquest pot requerir a l'inspector general encarregat de gestionar les assistències al SGT la intervenció del **tècnic assessor en desmunts**, en el termini màxim de quinze (15) dies.

Les tasques del mateix consistiran en la inspecció acurada del desmunt, amb l'emissió d'una certificació escrita de l'estabilitat del desmunt segons els principis bàsics i estàndards de qualitat del SGT, la recomanació d'actuacions, si s'escauen, i finalment la redacció de la corresponent nota tècnica.

Una inspecció especial s'haurà de realitzar en el termini màxim de quatre (4) setmanes a comptar des de la data en què el CCV té coneixement de la incidència.

#### *4.2.1.3. Inspecció de vessant*

Igualment, si l'inspector general de talussos té dubtes sobre l'estabilitat del vessant natural en el tram afectat per la incidència, pot requerir a l'inspector general encarregat de gestionar les assistències al SGT la intervenció del **tècnic assessor en vessants** en el termini màxim de quinze (15) dies.

Aquest tècnic inspeccionarà, amb mitjans d'accés verticals si cal, la vessant per tal de poder establir el nivell de risc i, en el termini màxim de sis setmanes a comptar des de la data de la incidència, elaborarà la corresponent nota tècnica la qual, en cap cas, inclourà propostes d'actuació.

Les notes tècniques elaborades pels tècnics assessors de talussos o de vessants hauran de comptar amb la validació (mitjançant un "conforme" en el mateix peu de signatura de la nota tècnica) de l'inspector general de talussos de l'àmbit.

Una inspecció de vessant s'haurà de realitzar en el termini màxim de quatre (4) setmanes a comptar des de la data que el CCV té coneixement de la incidència.

#### *4.2.2 Gestió Indirecta*

Els procediments actualment establerts per a les inspeccions, per part de cada un dels operadors de gestió indirecta, s'ajustaran al procediment descrit en aquest apartat, per tal de poder donar compliment als objectius indicats en aquest document, o determinar els procediments equivalents que donin compliment a la Instrucció sobre la gestió d'incidències per desprendiments i esllavissades.

### *4.3. Avaluació*

#### *4.3.1 Gestió Directa*

En la fase d'avaluació, correspon a l'inspector general de talussos, amb la informació obtinguda en les fases anteriors, determinar una valoració de l'estat del talús, sintetitzat en un valor numèric, **l'Índex de Contingència** (de 100 a 0, amb 100 el millor valor), així com els factors desglossats que hi intervenen, per a prendre la decisió de si cal impulsar alguna actuació addicional, de les previstes a l'apartat 4.4 d'actuacions d'aquest procediment.

Segons el valor de l'Índex de contingència i el nivell de risc avaluat per l'inspector general de talussos, s'obtindrà el **Grau de contingència** (de 0 a 5, amb 0 el millor valor, segons s'indica a la taula de l'apartat 4.5), que determinarà i prioritzarà les eventuais actuacions addicionals que s'escaiguin.

La metodologia a emprar és la que es detalla a la Memòria del SGT (Annex 2).

#### *4.3.2 Gestió Indirecta*

Els procediments actualment establerts per a les avaluacions, per part de cada un dels operadors de gestió indirecta, s'ajustaran al procediment descrit en aquest apartat, per tal de poder donar compliment als objectius indicats en aquest document, o determinar els procediments equivalents que donin compliment a la Instrucció sobre la gestió d'incidències per desprendiments i esllavissades.

#### *4.4. Actuacions*

##### *4.4.1 Gestió Directa*

En el cas que segons els resultats de l'avaluació l'inspector general de talussos consideri escaient alguna actuació, segons l'índex de contingència determinat, es proposarà al DTES un Catàleg d'Actuacions basats en les operacions que se solen aplicar als talussos dins les tasques de conservació i explotació de la carretera.

El SGT permet calcular, per a una actuació determinada, la reducció del factors individual i global de risc que aquesta actuació pot comportar, així com l'import aproximat.

Les actuacions poden consistir en:

### **MESURES PROVISIONALS**

1. Augmentar la freqüència de vigilància del tram
2. Establir una freqüència d'inspecció bàsica especial
3. Implementar elements d'instrumentació i auscultació
4. Millorar la senyalització
5. Senyalització específica
6. Millorar la visibilitat
7. Reduir la velocitat de circulació
8. Augmentar la freqüència de les tasques de conservació d'elements existents (malles, cunetes, drenatges...)
9. Protegir la plataforma amb elements provisionals (tanques tipus New Jersey, motes de terra, ...)

## MESURES CORRECTORES

10. Sanejar a la cara de desmunt, sense canvis en la geometria del talús
11. Completar els tractaments de sosteniment o contenció existents
12. Aplicar nous tractaments de sosteniment o contenció

Les actuacions proposades han de garantir que, un cop realitzades, les eventuais contingències del talús que puguin produir-se només puguin tenir un **Grau de Contingència** màxim admissible igual a **2**, d'acord amb la taula de l'apartat 4.5.

### 4.4.2 Gestió Indirecta

Els procediments actualment establerts per a les actuacions, per part de cada un dels operadors de gestió indirecta, s'ajustaran al procediment descrit en aquest apartat, per tal de poder donar compliment als objectius indicats en aquest document, o determinar els procediments equivalents que donin compliment a la Instrucció sobre la gestió d'incidències per desprendiments i esllavissades.

### 4.5 Seguiment

Amb independència del tipus de gestió del tram de carretera on ha tingut lloc una incidència, totes les actuacions executades en un talús hauran de comportar la definició d'un valor numèric, el Grau de Contingència. El Grau de contingència, establirà la freqüència mínima de les inspeccions bàsiques, o procediment equivalent, a realitzar en cada un dels talussos afectats per una incidència, per poder conèixer la seva evolució a partir de l'última avaluació realitzada, d'acord amb la taula següent:

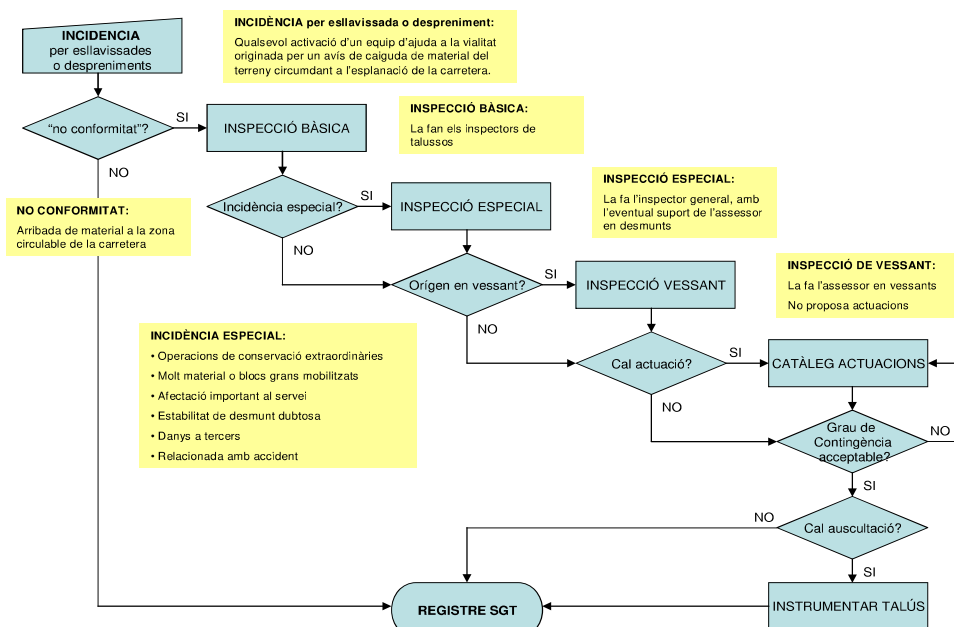
| Grau | Estat                                                                                                              | Inspecció mínima                      |
|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| 0    | Talús sense contingències                                                                                          | Quinquenal                            |
| 1    | Talús amb contingències lleus, sense conseqüències importants                                                      | Trienal                               |
| 2    | Talús amb contingències lleus, que podrien evolucionar si no es corregeixen en el temps adequat                    | Anual                                 |
| 3    | Talús amb contingències de caire estructural, que poden reduir les condicions de servei o la durabilitat del talús | Semestral                             |
| 4    | Talús amb contingències greus o bé funcionals, que puguin implicar perill                                          | Bimensual                             |
| 5    | Talús amb contingències molt greus, que comporten el tancament immediat de la circulació                           | Única, fins que es corregeixi el grau |

Els talussos que requereixen de qualsevol tipus de seguiment especial, a criteri del que hagi informat l'inspector general de talussos en la seva avaluació, passaran a formar part de la xarxa d'auscultació geotècnica de carreteres de la Generalitat de Catalunya, amb les freqüències de medició que es puguin establir específicament per a cada instrument en cada cas, dins del corresponent Pla d'Auscultacions, definit a l'annex 3.

En el cas que es produeixi una nova incidència amb no conformitat que resulti amb un grau de contingència superior a dos (2), s'hauran de determinar les actuacions necessàries per tal de que el grau de contingència no resulti superior a aquest valor.

## IONS EN GESTIÓ DIRECTA

### Gestió d'incidències. Diagrama del flux de decisions



## **ANNEX 2: MODELS DE REGISTRE DE LA INFORMACIÓ**

En gestió directa, la presa de dades i el seu processament es realitza mitjançant eines informàtiques per tal que la recollida es faci de forma àgil i eficient.

La presa de dades a camp es realitza amb dispositius Android, i mitjançant un senzill procés de selecció de camps, dades GPS i fotografies que es carreguen automàticament.

Les dades són enviades a un servidor generat en una base de dades d'inventari; el resultat és operat mitjançant un programa que determina els valors de cada factor de l'índex de contingència i edita automàticament la fitxa d'inspecció.

L'accés a les dades dipositades al servidor es fa mitjançant un perfil d'usuari i contrasenya, que permet consulta i modificació.

El format de recollida de dades per a la inspecció s'obté mitjançant el formulari "Talussos Gencat v.7". desenvolupat amb l'aplicació Kobocollect.

Les dades sol·licitades durant la inspecció són les que es relacionen en el document "171002\_Annex2.pdf" adjunt.

## **ANNEX 3: GLOSSARI**

*Incidència per esllavissada o desprendiment:* Qualsevol activació d'un equip d'ajuda a la viabilitat originada per un avís de caiguda de material del terreny circumdant a l'esplanació de la carretera.

*Desprendiment:* Caiguda de material solt en forma de blocs de qualsevol grandària, procedent del terreny natural.

*Esllavissada:* Caiguda puntual d'una massa de material eventualment amb un cert grau de cohesió, procedent del terreny natural. Pot incloure roques de qualsevol grandària.

*Esplanació:* Zona de terreny ocupada per la carretera en la que s'ha modificat el terreny original.

*Zona circulable:* Part de l'esplanació per la que poden arribar a circular els vehicles. Inclou la calçada i els vorals, així com les cunetes revestides transitables adjacents als talussos a l'interior de revolts tancats.

*Inspecció bàsica:* Presa de dades i imatges de talussos viaris a l'objecte de conèixer les seves característiques constitutives, morfològiques i de l'entorn bàsiques, de manera que es puguin obtenir indicadors de l'estat dels talussos inspeccionats.

*Inspecció especial:* Revisió detallada sobre el terreny i posterior estudi de l'estat d'un talús viari o vessant natural, a l'objecte de poder diagnosticar-ne les patologies, establir el nivell de risc i, eventualment, establir les mesures correctores i/o d'auscultació escaients.

*No conformitat:* Incidència que el gestor d'una infraestructura considera anòmla i no admissible pel servei viari i que, en conseqüència, activa les actuacions necessàries per corregir-la i per evitar que es torni a produir.

*Personal qualificat:* Als efectes de la informació sobre incidències a les carreteres, es considerarà personal qualificat aquell que tingui una dedicació professional relacionada amb el manteniment del servei viari (com, per exemple, bombers, cossos de seguretat, personal de la DGIM, altres administracions...)

*Pla d'auscultació de talussos:* Programació de les tasques periòdiques de presa de dades sobre l'estat i el comportament d'aquells talussos que hagin de ser objecte de seguiment. Pot incloure la instal·lació permanent d'instruments de mesura o el seguiment taquimètric de l'eventual desplaçament de determinats punts clau del talús.

*Protocol general de gestió d'incidències:* Conjunt de procediments establerts a la DGIM i als serveis que en depenen funcionalment per a la gestió de les incidències que es produeixen a la xarxa viària en relació amb la disponibilitat de la infraestructura.

*Sistema d'informació geogràfica de la DGIM:* Conjunt de recursos i de procediments per a la representació geogràfica de les bases de dades generades a la DGIM per a la gestió de les infraestructures de mobilitat.