

MANUAL D'AVALUACIÓ D'IMPACTE AMBIENTAL

Capítol ESTUDI INICIAL c) Soroll i vibracions.....Pàgina 2

c.1) Soroll

c.2) Vibracions

Capítol IDENTIFICACIÓ, CARACTERITZACIÓ I AVALUACIÓ DELS IMPACTES.....Pàgina 12

1. Soroll i vibracions

2. Vibracions per voladures

Referències.....Pàgina 18

Versió 3

Gener 2003

LGAi

ESTUDI INICIAL

c) Soroll i vibracions:

c.1) Soroll:

El soroll és el conjunt de fenòmens vibratoris aeris, percebuts i integrats pel sistema auditiu, que en determinades circumstàncies pot originar molèsties, o fins i tot lesions, a l'oïda.

Objectius:

Conèixer l'estat sònic inicial per a poder contrastar l'alteració que provoqui el projecte. Aquest estudi es realitzarà en tots els projectes que comportin una nova font de soroll en la fase d'explotació i/o en la fase de construcció (fonts sonores amb emissions superiors a 55 dB(A), i en tots els projectes que s'hagin de construir al costat d'àrees sensibles: habitatges, hospitals, escoles, punts de cria i reproducció d'espècies protegides, i en general en tots aquells punts que requereixen d'una mínima qualitat acústica.

Equip de mesura:

Els sonòmetres hauran de ser de classe I o II definides per la Comissió Electrònica Internacional (CEI):

- CEI 651 referent a sonòmetres.
- CEI 804 referent a sonòmetres integradors-amitjanadors.
- CEI 942 referent a calibradors sonors.

La classe I i II caracteritza els equips de mesura en funció de la seva precisió.

S'haurà d'indicar marca, model i número de sèrie de l'equip utilitzat en l'estudi d'impacte ambiental.

Abans d'efectuar la mesura s'ha de realitzar la verificació de l'equip, mitjançant un calibrador sonor o un pistòfon, repetint l'operació després d'haver realitzat la mesura.

L'equip s'utilitzarà conjuntament amb un tres peus i la pantalla antivent.

El sonòmetre i el calibrador sonor han d'estar convenientment calibrats.

L'equip ha d'estar convenientment calibrat per un laboratori acreditat en el país on s'ha realitzat la calibració. El certificat de calibració haurà d'estar annexat a l'avaluació d'impacte ambiental.

La calibració tant del sonòmetre com del calibrador sonor haurà de ser com a mínim bianual o després d'una reparació i/o modificació de l'aparell.

Aquesta calibració es demana per garantir la fiabilitat dels resultats de les mesures obtingudes per l'equip de mesura.

Paràmetres de mesura:

S'haurà d'indicar quin és l'estat sònic actual, utilitzant els següents paràmetres de mesura en dB(A):

- Nivell equivalent (Leq), per tal de valorar el nivell de so, i per valorar la molèstia i comparar les diferents fonts de soroll. Els Leq seran mesures de 15 minuts com a mínim.

A partir de les mesures Leq realitzades i associant el nivell mesurat a un determinat temps representatiu d'aquest nivell, es pot extreure el nivell Leq dia i el nivell Leq nit.

Nivell Leq en horari diürn:

$$L_{eqd} = 10 \log \left[\frac{1}{T_d} \sum_i \left(T_i 10^{\frac{Leq_i}{10}} \right) \right]$$

Nivell Leq en horari nocturn:

$$L_{eqn} = 10 \log \left[\frac{1}{T_n} \sum_i \left(T_i 10^{\frac{Leq_i}{10}} \right) \right]$$

on:

i representa cadascuna de les fases de soroll;

T_i és la durada de la fase de soroll, i , expressada en minuts;

T_d = número total de minuts per a l'horari diürn;

T_n = número total de minuts per a l'horari nocturn;

Per l'horari establert en el reglament del control de la contaminació acústica del 31 de maig de 1995:

- Horari diürn : 8 a 22 h ($T_d=840$ m).
- Horari nocturn : 22 a 8 h ($T_n=600$ m).

Altres paràmetres que poden ser utilitzats a més del Leq:

- Nivells de pressió instantanis màxims ($L_{m\grave{a}x}$) i nivells pressió instantanis mínims ($L_{m\grave{i}n}$).
- Nivell Leq amb constant d'integració impulse, per tal d'establir la impulsionalitat del soroll.
- Realitzar mesures en freqüència en octaves o 1/3 d'octava, per establir la tonalitat del soroll.
- Nivells percentuals (L_n). Anàlisi estadística on es mesura el percentatge del temps total durant el qual es sobrepassa un determinat nivell acústic.

- L90: nivell que s'associa al nivell de fons
- L10: posen de manifest la importància de les puntes de soroll.
- Altres: L5, L50, L99, ...

El temps de mesura associat a aquests paràmetres, vindrà donat pel tipus de font que s'està avaluant i pel paràmetre que s'està utilitzant. Aquest temps haurà de ser escollit per l'operador, per tal de que la mesura sigui representativa i aquesta pugui servir per caracteritzar la font sota estudi.

Per exemple, els nivells percentuals són paràmetres estadístics que acostumen a anar lligats amb el nivell equivalent, per tant el temps de mesura serà el mateix que pel nivell equivalent. D'altra banda la mesura en freqüència, 1/3 d'octava o octaves, s'utilitza per events curts o per fonts molt concretes i estables (pas d'un camió, motor, sortida ventilació, ...) i per tant el temps pot ser molt més curt, de 10 sg a 1minut. Els nivells instantanis i nivells Lmax i Lmin dependrà de la variabilitat del soroll, com més variable, més temps de mesura.

- Lden i Lnit. Indicadors fixats a la directiva 2002/49/CE del 25 de juny de 2002 sobre evaluació i gestió del soroll ambiental que s'associen respectivament al nivell de molèsties globals generades pel soroll en el medi (Lden) i a les alteracions del son de la població (Lnit).

$$L_{den} = 10 \cdot \log \left[\frac{1}{24} \left(12 \cdot 10^{\frac{L_{dia}}{10}} + 4 \cdot 10^{\frac{L_{tarda} + 5}{10}} + 8 \cdot 10^{\frac{L_{nit} + 10}{10}} \right) \right]$$

On

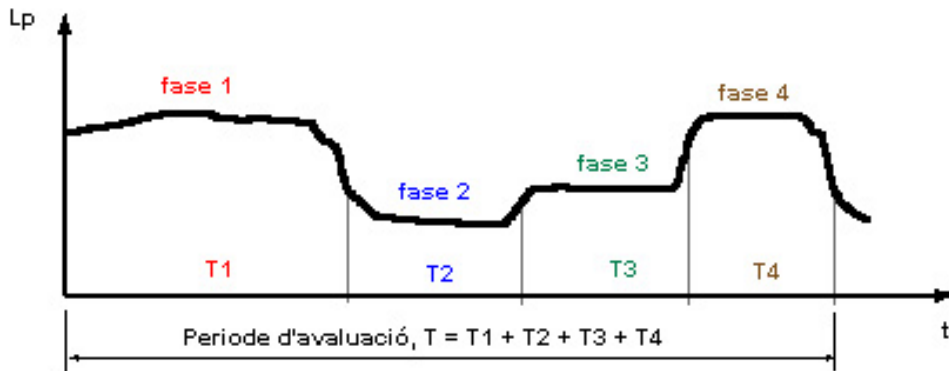
- L_{dia} és el nivell mig al llarg del període dia (7-19 h) ponderat A, definit en la norma ISO 1996-2:1987 determinat sobre un any.
- L_{tarda} és el nivell mig al llarg del període tarda (19-23 h) ponderat A, definit en la norma ISO 1996-2:1987 determinat sobre un any.
- L_{nit} és el nivell mig al llarg del període nit (23-7 h) ponderat A, definit en la norma ISO 1996-2: 1987 determinat sobre un any.

Aquests indicadors de la directiva europea, no seran pràctics per fer una avaluació de l'impacte ambiental en la fase de construcció, ja que es tracta d'una fase amb un temps determinat, i no seran nivells que es puguin extrapolat a llarg termini. En tot si que seran paràmetres a tenir en compte alhora d'establir l'impacte del funcionament de la futura activitat, infraestructura, etc..., de la que s'està fent l'estudi, ja que es preveu un funcionament infinit o durant un període llarg amb una nova/es fonts de soroll que afectaran a l'entorn.

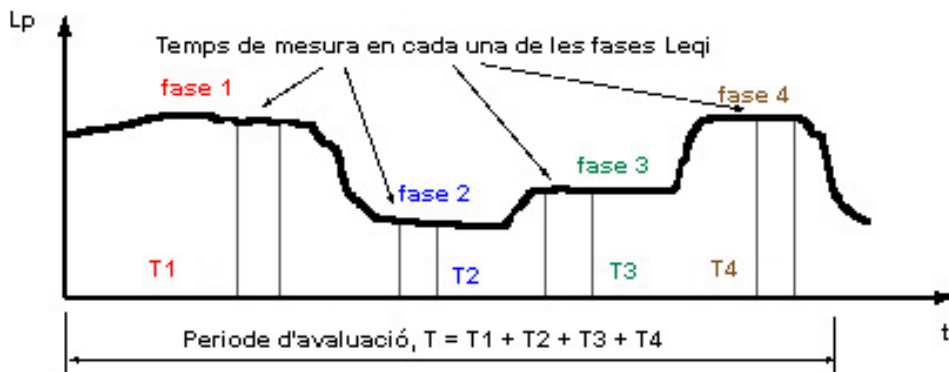
Períodes de mesura:

Les mesures s'hauran de realitzar a diferents hores del dia (matí, tarda i nit) per poder indicar els nivells acústics més representatius en cada un dels períodes, escollint preferentment l'horari pel qual es preveu una afecció més important.

El nivell equivalent sempre va lligat amb el temps de mesura (fase). Es subdivideix el període d'avaluació en intervals de temps T_i o fases de soroll, en les quals es percep de manera uniforme.



Una vegada definides les fases es tracta de realitzar una mesura en cada una de les fases, per tal de tenir mesures cada una de les fases. Com ja s'ha comentat el temps mínim de mostreig en cada una de les fases serà de 15 minuts.



- Nivell mesurat en fase 1 : Leq_1
- Nivell mesurat en fase 2 : Leq_2
- Nivell mesurat en fase 3 : Leq_3
- Nivell mesurat en fase 4 : Leq_4

El nivell equivalent en tot el període d'avaluació :

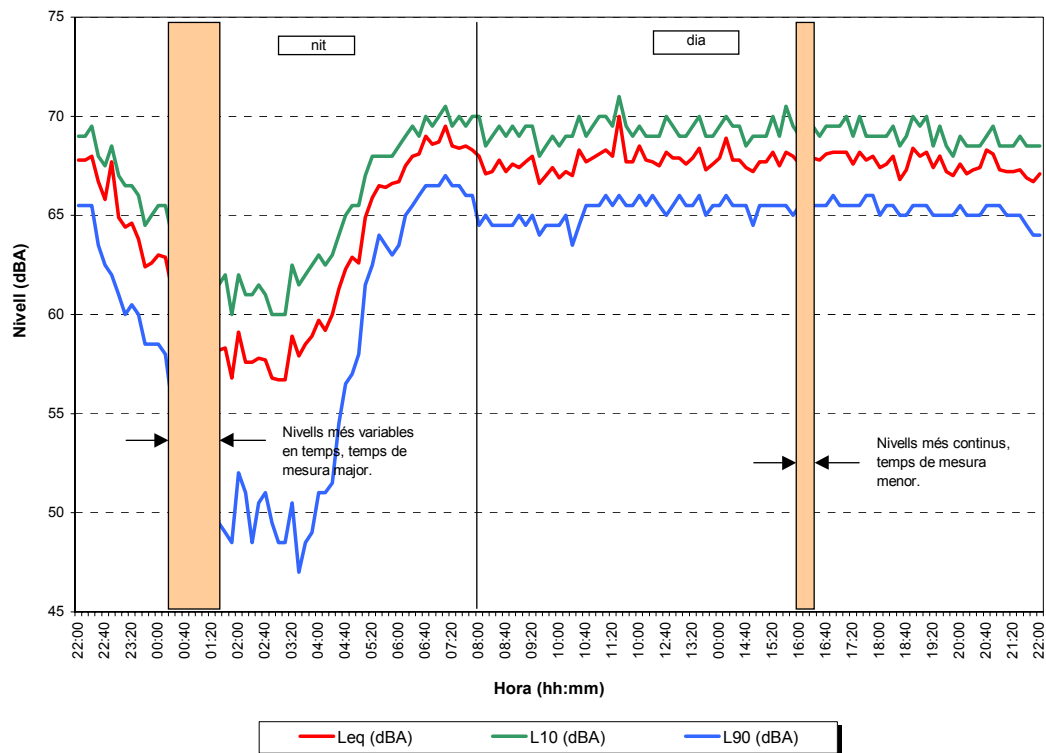
$$Leq,T = 10 \cdot \log \left[\frac{1}{T} \left(T_1 \cdot 10^{\frac{Leq_1}{10}} + T_2 \cdot 10^{\frac{Leq_2}{10}} + T_3 \cdot 10^{\frac{Leq_3}{10}} + T_4 \cdot 10^{\frac{Leq_4}{10}} \right) \right]$$

Es realitzarà l'avaluació separadament pels horaris diürn i nocturn:

- L'horari diürn, comprès entre les 8 h i les 22 h.
- L'horari nocturn, comprès entre les 22 h i les 8 h.

La gràfica següent, és una mesura del soroll de trànsit en un carrer principal. L'avaluació del període diürn, al ser un nivell força continu durant tot el període, es pot considerar una única fase, i per tant caldria una única mesura. El període nocturn és molt més variable. Per tal d'avaluar correctament el període nocturn hi hauria dues solucions :

- 1/ És difícil establir fases en el període nocturn de la gràfica, ja que és molt variable, per tant es pot realitzar una única mesura de tot el període, o d'una mostra prou representativa de tot el període (temps superior a 15 minuts).
- 2/ Prendre més d'una mostra durant el període nocturn, realitzant una mitja.



Situació de les mesures:

Les mesures acústiques inicials s'hauran de realitzar preferentment en els receptors (vivendes, hospitals, escoles, etc.) que degut a les emissions del projecte superin els límits normatius d'immissió. En el cas en que no hi hagi receptor i el projecte generi una nova font de soroll en una àrea natural s'haurà de realitzar com a mínim una mesura acústica per a tenir un punt de referència.

Es poden distingir diferents casos en funció de la zona i ús del territori:

- 1/ En les edificacions, el nivell es mesura situant el micròfon al mig de la

finestra completament oberta de les dependències d'ús sensibles al soroll (dormitoris, sales d'estar, menjadors, despatxos d'oficina, aules escolars o d'altres dependències assimilables).

2/ En les zones encara no construïdes però destinades a l'edificació, es mesura preferentment situant el micròfon entre 1,5 i 4 m d'altura i en el pla d'emplaçament de la façana més exposada al soroll.

3/ A peu de carrer es mesura situant el micròfon entre 1 i 2 m de distància de les façanes i entre 1,2 a 1,5 m d'altura, utilitzant un tres peus.

4/ Si no hi ha edificacions o ens troben en zones agrícoles o forestals, es mesurarà a camp obert situant el micròfon als límits de la zona d'explotació i/o construcció, entre 1,2 a 1,5 m d'altura, almenys en dues posicions diferents.

El reglament del Principat d'Andorra sobre el control de la contaminació acústica, ens marca uns nivells d'immissió exteriors màxims en funció de l'ús del sol :

ZONA DE RECEPCIÓ	Nivell sonor exterior màxim (dBA)	
	Dia	Nit
Zona d'ús industrial	65	55
Totes menys la zona industrial	55	45

S'hauran de referenciar els nivells mesurats exteriors, amb els nivells fixats pel reglament i analitzar el perquè del compliment o l'incompliment del reglament.

D'altra banda i en casos excepcionals en el que hi pugui haver una transmissió estructural del soroll en els receptors (exemple: construcció d'un tunnel), serà necessari la realització de mesures interiors, si existissin edificis propers a la zona d'afectació de l'obra o l'explotació.

Els nivells interiors màxims segons el reglament son:

ZONA DE RECEPCIÓ	Nivell sonor interior màxim (dBA) (*)	
	Dia	Nit
Dormitoris	30	27
Resta de la casa	35	28
Zones d'us comunitari (escala,...)	40	33

(*)En funció del soroll de fons (veure reglament)

Les mesures en ambient interior s'hauran de realitzar tal com es defineix a l'annex 2 del reglament.

En totes les mesures exteriors s'haurà d'utilitzar pantalla antivent. La pantalla antivent és eficient per velocitats inferiors a 5 m/sg. Per velocitats superiors de

vent, la mesura quedarà invalidada. En cas de no tenir anemòmetre per tal de mesurar la velocitat del vent, la comprovació de l'afectació del vent en la mesura es realitzarà de manera visual. Si visualment es comprova que la incidència del vent en l'equip de mesura afecta a la lectura d'aquest, la mesura quedarà anul.lada, deixant la mesura per un dia amb unes condicions ambientals més favorables.

Les mesures s'hauran de realitzar amb condicions atmosfèriques normals i amb absència de pluja.

Per cada punt de mesura i per reflectir les condicions dels mesuraments, s'ha d'omplir una fitxa tipus on hi figuri la informació referent als resultats de la mesura, situació de la mesura, condicions sota les quals s'ha realitzat la mesura i dades de l'equip utilitzat. Un exemple de fitxa de camp:

FITXA DE MESURES DE CAMP

Expedient número/referència: _____	
Data: _____	Hora: _____
Població: _____	
Responsable tècnic: _____	Signatura: _____
Descripció de material:	
Tipus equip de mesura. Marca i model: _____	
Número de sèrie: _____	Data de l'última verificació: _____
Tipus de calibrador. Marca i model: _____	
Número de sèrie: _____	Data de l'última verificació: _____
Altres: _____	
Registres:	Croquis :
Mesura nº: _____ Leq = _____ dBA Situació: _____ Temps de mesura: _____ Altres paràmetres/indicadors: 1. _____ 3. _____ 2. _____ 4. _____ Avaluació del trànsit : Lleugers : _____ Pesats: _____ Motocicletes: _____	
Mesura nº: _____ Leq = _____ dBA Situació: _____ Temps de mesura: _____ Altres paràmetres/indicadors: 1. _____ 3. _____ 2. _____ 4. _____ Avaluació del trànsit : Lleugers : _____ Pesats: _____ Motocicletes: _____	
Mesura nº: _____ Leq = _____ dBA Situació: _____ Temps de mesura: _____ Altres paràmetres/indicadors: 1. _____ 3. _____ 2. _____ 4. _____ Avaluació del trànsit : Lleugers : _____ Pesats: _____ Motocicletes: _____	
	Condicions climatològiques: Temp.: _____ Humitat: _____ Vent: _____ (SI/NO) Observacions: _____ _____ _____

Aquestes fitxes s'annexaran a l'avaluació d'impacte ambiental.

c.2) Vibracions:

Les vibracions són fronts de pressió, però, a diferència del soroll que viatja per un ambient aeri, les vibracions es transmeten per sòlids. El que realment diferencia el soroll de les vibracions és la percepció, mentre que el soroll es percep per l'oïda, les vibracions es perceben pel cos.

El rang de freqüències serà de 1 a 80 Hz (1 a 20 Hz són freqüències no audibles) i els efectes que pot produir poden ser tant psíquics (malestar, mareig...), com físics (trastorns vasculars, d'ossos i articulacions, neurològics o musculars).

En aquells casos en que es prevegi un alt nivell de vibracions en la fase de construcció (exemple: utilització de martells hidràulics o voladures) com en la fase d'explotació, s'hauran de mesurar els nivells de vibració inicials, per tal de poder avaluar l'impacte de l'activitat a l'entorn. La relació d'estudis d'impacte ambiental en que serà necessari la mesura de vibracions és:

- Fase de construcció: quan sigui necessari l'utilització de piconadores i voladures (en aquest darrer cas vegeu el Reglament de modificació i ampliació del Reglament per a la conservació, venda i importació de substàncies explosives del 4/07/90, Annex núm2).
- Fase d'explotació: pedreres. Tramvies, metros aeris i subterranis, telecabines i altres ginys de transport per cable que sobrevolin zones urbanes.

Equip de mesura:

Pel que fa a l'equip de mesurament de vibracions, la xarxa de ponderació, el filtre limitador de banda i el detector *rms* han de complir les especificacions i les toleràncies que estableix la norma ISO 8041 per a mesuradors de vibració tipus I i tipus II.

L'equip estarà compost per regla general, d'un analitzador i del transductor, anomenat acceleròmetre.

La classe I i II caracteritza els equips de mesura en funció de la seva precisió.

S'haurà d'indicar marca, model i número de sèrie de l'equip utilitzat, així com dels transductors utilitzats en les mesures de l'estudi d'impacte ambiental.

Paràmetre a mesurar:

S'ha de mesurar el valor eficaç del senyal de l'acceleració, ponderat en freqüència, entre les freqüències d'1 a 80 Hz, en 1/3 d'octava, durant un període de temps representatiu del funcionament de la font de la vibració que s'avalua.

S'ha de determinar el valor màxim del valor eficaç de l'acceleració en l'interval de mesura.

El valor eficaç s'obté amb un detector de mitjana exponencial de constant de temps 1s.

La ponderació en freqüència es realitza segons la corba d'atenuació:

$$\sqrt{1 + \left(\frac{f}{5,6}\right)^2}$$

On f és la freqüència en Hz.

La ponderació en freqüència es realitza dividint el factor de ponderació al nivell d'acceleració en cada 1/3 d'octava, obtenint així el nivell d'acceleració a_{wp} per a cada 1/3 d'octava. A continuació es sumarà aritmèticament les a_{wp} per a obtenir el valor a_w .

$$a_w = \sum_{p=1Hz}^{80Hz} a_{wp}$$

Resultat del mesura:

El resultat dels mesuraments s'expressa com el nivell d'avaluació, L_{aw} , en dB, calculat com:

$$L_{aw} = 20 \cdot \log \frac{a_w}{a_0}$$

On a_w és el valor eficaç màxim del senyal de l'acceleració, suma de totes les components freqüencials de 1 a 80 Hz, expressat en m/s^2 i ponderat en freqüència i a_0 és l'acceleració de referència, $a_0 = 10^{-6} m/s^2$.

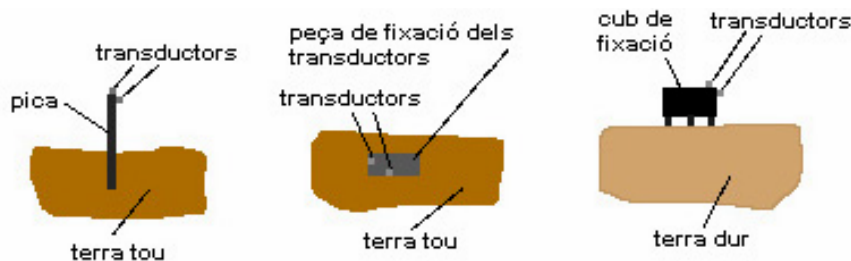
Alguns aparells donen directament els valors L_{aw} i a_w .

Lloc de mesura:

Es poden distingir diferents casos en funció de la zona i ús del territori:

1/ En les edificacions, es mesura situant l'acceleròmetre al terra o en les parets, en funció d'on es detecti un nivell de vibració més alt, de les dependències d'ús sensibles a les vibracions (dormitoris, sales d'estar, menjadors, despatxos d'oficina, aules d'escola o d'altres assimilables).

2/ En zones no construïdes es situa l'acceleròmetre colgat en el terra o fixat en una pica clavada en el terra (veure dibuix), en funció del tipus de terreny.



Tal com s'ha realitzat en l'apartat de soroll, s'haurà de portar un control de les mesures de mitjançant una fitxa tipus on hi figuri la informació referent als resultats de la mesura, situació de la mesura, condicions sota les quals s'ha realitzat la mesura i dades de l'equip utilitzat. Un exemple de fitxa de camp per les mesures de vibracions podria ser:

FITXA DE MESURES DE CAMP	
Expedient número/referència: _____ Data: _____ Hora: _____ Població: _____ Responsable tècnic: _____ Signatura: _____	
Descripció de material: Tipus equip de mesura. Marca i model: _____ Número de sèrie: _____ Data de l'última verificació: _____ Tipus de calibrador. Marca i model: _____ Número de sèrie: _____ Data de l'última verificació: _____ Altres: _____	
Registres: <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;"> Mesura nº: _____ Situació: _____ 1. Eix X. Registre nº: aw = _____ m/sg² Law= _____ dB 2. Eix Y. Registre nº: aw = _____ m/sg² Law= _____ dB 3. Eix Z. Registre nº: aw = _____ m/sg² Law= _____ dB </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;"> Mesura nº: _____ Situació: _____ 1. Eix X. Registre nº: aw = _____ m/sg² Law= _____ dB 2. Eix Y. Registre nº: aw = _____ m/sg² Law= _____ dB 3. Eix Z. Registre nº: aw = _____ m/sg² Law= _____ dB </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> Mesura nº: _____ Situació: _____ 1. Eix X. Registre nº: aw = _____ m/sg² Law= _____ dB 2. Eix Y. Registre nº: aw = _____ m/sg² Law= _____ dB 3. Eix Z. Registre nº: aw = _____ m/sg² Law= _____ dB </div>	Croquis : <div style="border: 1px solid black; height: 150px; margin-bottom: 5px;"></div> Informació de la mesura: Tipus de fixació : _____ Tipus de sol : _____ Tipus de vibració : _____ Observacions: _____ _____ _____

Con formato

ESTUDI DELS EFECTES DE L'ACTIVITAT O PROJECTE SOBRE L'ENTORN // IDENTIFICACIÓ, CARACTERITZACIÓ I AVALUACIÓ DELS IMPACTES

1. Soroll i vibracions

L'alteració de l'increment dels nivells de soroll pot ocórrer en la fase de construcció i en la fase d'explotació.

En la fase de construcció ens trobarem principalment amb activitats de :

- Voladures.
- Processos de transport de terres. Càrrega i descàrrega de material.
- Plantes de tractament d'arids.
- Moviments de maquinària pesada.
- Senyals d'avís acústic.
- Excavacions amb pala hidràulica o piconadores.
- Augment del trànsit rodat.

Aquestes accions són de tipus temporal i moltes d'elles són molt variables i discontinues.

En la fase d'explotació els impactes dependran del projecte en qüestió. Hi ha projectes en que es produeix una emissió continua del soroll com ara el soroll produït per infraestructures, ja siguin viàries o ferroviàries o el trànsit aeri dels aeroports (sobretot en els moviments d'enlairament aterratge), els motors dels telefèrics, o bé puntual com ara els equips de ventilació a les boques dels túnels, , els motors de les turbines, els treballs a les canteres , graveres,.....

Els pasos a seguir alhora de realitzar una correcta avaluació de l'impacte seran:

- 1.- Definir i situar les fonts de soroll i vibracions en la fase de construcció i en la fase d'explotació. Definir terminis de tasques i períodes de funcionament.
- 2.- Definir i situar els receptors sensibles al soroll, propers a l'activitat, describint el tipus d'edificació i el nivell de protecció que necessita.
3. Caracteritzar els focus. Les dades de la font que seran necessàries :
 - Exemple de construcció d'una nova carretera:
 - Velocitat màxima permesa.
 - Tipus d'asfalt.
 - Composició del trànsit (% vehicles lleugers i % vehicles pesats)
 - Gradient de la via.
 - Número vehicles.
 - Realització d'una línia ferroviària. Trens, tramvies i similars:
 - Velocitats màximes.
 - Llargada.
 - Tipus de locomotores.
 - Tipus de frens.
 - Aerodros i heliports:

- Número de moviments dia (aterratges o enlairaments).
- Tipus d'avions o helicopters.
- Fonts Puntuals. Exemple de màquinaria treballat o l'explotació d'una central hidroelèctrica :
 - Potència acústica en 1/3 d'octava.
 - Directivitat de la font
 - Dimensions.

4.- Mitjançant càlculs, realitzar previsions dels nivells en les zones sensibles (receptors), tenint en compte les variables d'atenuació que modifiquen la propagació del so.

5.- En cas de que els nivells d'immissió acústica estimats no incrementen els nivells, i compleixen amb el reglament vigent, l'impacte acústic és compatible amb el seu entorn.

6.- En cas de que els nivells d'immissió estimats superien els nivells fixats en el reglament, l'impacte es pot compatibilitzar amb el seu entorn mitjançant un projecte que prevegui mesures correctores per disminuir l'impacte, i assegurari els objectius fixats en el reglament.

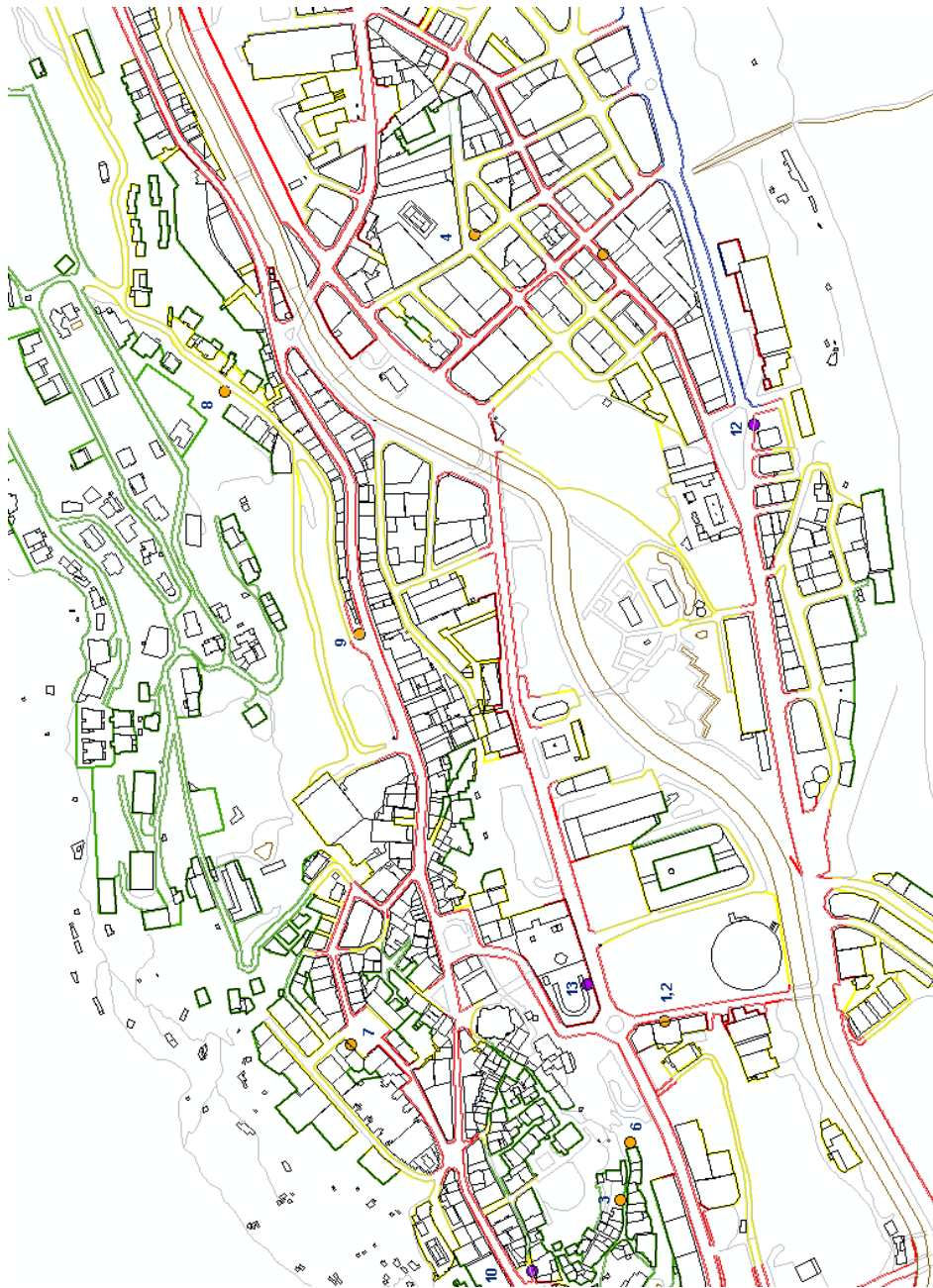
En tots els casos s'hauran de definir i quantificar, l'emissió i l'immissió del so durant la fase de construcció i la fase d'explotació del projecte i relacionar-ho amb la situació actual per a determinar l'increment. D'altra banda es referenciaran els nivells previstos amb els de la normativa vigent, per a veure si s'excedeixen els límits reglamentaris i determinar la necessitat de realització de mesures preventives o correctores.

Recordem que el reglament del Principat d'Andorra sobre el control de la contaminació acústica, marca uns nivells d'immissió exteriors màxims en funció de l'ús del sol :

ZONA DE RECEPCIÓ	Nivell sonor exterior màxim (dBA)	
	Dia	Nit
Zona d'ús industrial	65	55
Totes menys la zona industrial	55	45

Una altra informació que pot ser d'interès i de referència son els cadastres sonors de totes les zones urbanes d'Andorra, cadastres realitzats pel Departament de Medi Ambient del Govern d'Andorra pels Comuns.

Aquests cadastres sonors divideixen el territori en zones de sensibilitat acústica molt alta, alta, moderada, baixa o molt baixa. Les zones de sensibilitat són zones amb una mateixa percepció acústica, per les quals es donen uns nivells màxims d'immissió que no s'haurien de superar (Lar).



Exemple de cadastre sonor per Andorra la Vella

- Zona de sensibilitat acústica alta. El nivell sonor no superarà el 60 dBA. Color verd.
- Zona de sensibilitat acústica mitja. El nivell sonor no superarà els 65 dBA. Color groc.
- Zona de sensibilitat acústica baixa. El nivell sonor no superarà els 70 dBA. Color vermell.
- Zona de molt baixa sensibilitat acústica., El nivell sonor no superarà els 75 dBA.
- Color blau.

Els nivells d'immissió exteriors màxims de les quatre zones de sensibilitat fixades son:

VALORS D'IMMISSIÓ EXTERIORS DE SOROLL		
Zones sensibilitat acústica	De 8 a 22 hores L _{ar} en dBA	De 22 a 8 hores L _{ar} en dBA
A	60	50
B	65	55
C	70	60
D	75	65

Associat a les zones de sensibilitat també hi ha els nivells màxims d'immissió de vibracions en funció de la zona:

Zones sensibilitat acústica	L _{aw} en dB
A	70
B	75
C i D	80

La previsió de l'increment sonor es realitza normalment mitjançant models de predicció, ja siguin de focus singulars o de fonts lineals. Els models de predicció son relacions i formulacions matemàtiques extretes a partir d'estudis empírics. A més a més s'han desenvolupat models i paquets informàtics en els que un cop entrades les dades sobre les característiques dels focus emissors, les del medi i les del receptor donen els valors d'immissió ja sigui en format numèric o en mapes de colors.

Els models recomanats base utilitzats en els estudis d'impacte ambiental (i recomanats per l'Unió Europea) en funció del tipus de font son:

- Pel soroll industrial: ISO 9613-2. *“Acoustics-Attenuation of sound propagation outdoors, Part 2; General method of calculation”*. Per aquest mètode es podran obtenir les dades d'entrada mitjançant mesures efectuades segons :
 - ISO 8297:1994. *“Acoustics-Determination of sound power levels of multisource industrial plants for evaluation of sound pressure levels in the environment- Engineering method”*.
 - EN ISO 3744:1995. *“Acústica. Determinación de los niveles de potencia sonora de fuentes de ruido utilizando presión sonora. Método de control en una superficie de medida envolvente sobre un plano reflectante”*.
 - EN ISO 3746:1995. *“Acústica. Determinación de los niveles de potencia acústica de fuentes de ruido a partir de presión sonora. Método de control en una superficie de medida envolvente sobre un plano reflectante”*.
- Pel soroll, degut als mitjans de transport aeris: ECAC-CEAC Doc 29. *“Report on standard method of computing noise contours around civil airports”*.

- Pel soroll de trànsit viari : El mètode de càlcul francès NMPB-Routes-96.
- Pel soroll de trànsit ferroviari: El mètode nacional dels Països Baixos. “*Reken-en Meetvoorschrift Railverkeerslawaaï'96*”.

D'altres models que poden ser utilitzats :

País d'origen de la norma	Soroll de trànsit	Soroll en la indústria
Alemanya	RLS 90 / DIN 18005	VDI 2714/VDI2720
Suïssa	Mètode de EMPA	
Àustria	ÖAL 23	ÖAL 28
Gran Bretanya	Càlcul de soroll de trànsit rodat. CoRTN	CONCAWE
Països nòrdics	Nordic Prediction Method (*)	Nordic Prediction Method for Industrial Plants
Països escandinaus	Statens Planverk 48 (*)	CONCAWE

(*) *Es van fer conjuntament. És el mateix model amb diferents noms.*

País d'origen de la norma	Soroll de trànsit ferroviari	Soroll de trànsit aeri
Alemanya	Schall 03	DIN 45643
Àustria	ÖAL 30	ÖAL 30
Gran Bretanya	Càlcul de soroll de trànsit ferroviari. CoRTN	
EUA		NMI
Països nòrdics	Nordic Train	
Països escandinaus	KILDE 130	



En tot cas i per regla general, altres models podran ser vàlids sempre que tinguin en compte les següents variables o opcions de càlcul:

- Caracterització de la font, ja sigui puntual o lineal.
- Propagació.
- Atenuació de l'absorció de l'aire (variable a tenir en compte per distàncies superiors a 500 m)(*).
- Efectes del terra: absorció o reflexió (variable a tenir en compte per distàncies superiors a 500 m).
- Atenuació per obstacles.
- Efecte de difracció degut a corbes de nivell o obstacles estructurals.
- Reflexions produïdes.

(*) *La norma ISO 9613-1, descriu els càlculs a realitzar per trobar l'absorció de l'atmosfera per diferents valors de temperatura i humitat.*

En el mercat existeixen varis tipus de programes informàtics basats en models de predicció acústica : SoundPlan, Mithra, IMMI, predictor 7810, etc... Tots ells estan basats en un o més models de predicció, és a dir diferents processaments matemàtics, diferenciant-se en la interfície màquina-operador, presentacions finals, etc...

De forma general l'estructura d'un model acústic es:

ESTRUCTURA D'UN MODEL DE PREDICCIÓ ACÚSTIC				
Dades d'entrada		Sistema de càlcul		Dades de sortida
Dades		Algorismes de càlcul		Resultats
Caracterització de la font Morfologia del terreny Condicions ambientals		Atenuació Absorció de l'aire Absorció del terra Difracció Refracció		Mapes acústics Cadastres sonors Receptors puntuals Leq dia Leq nit

Els resultats finals es podran presentar cartogràficament, mitjançant corbes isofòniques o indicant el nivell previst en els punts sensibles (receptors).

Els nivells previstos Leq dia i Leq nit de les fases de construcció i explotació es compararan amb els fixats en la normativa vigent, per tal d'establir el compliment o incompliment d'aquesta normativa i per tant l'impacte acústic que causarà a l'entorn la nova activitat.

Els avantatges de l'utilització de models de predicció és que hom es pot anticipar als problemes, preveure'ls i per tant prendre les accions correctores necessàries per minimitzar l'afecció.

Finalment en les fases d'execució de la construcció i quan es porti a terme l'explotació, s'hauran de realitzar mesures acústiques i de vibracions (si aquestes son necessàries) per tal de comprovar i validar les previsions de l'estudi d'impacte ambiental.

Per tal de realitzar les mesures acústiques i de vibracions es procedirà als paràmetres, posicions de mesura i mètodes d'avaluació descrits en el capítol **ESTAT INICIAL c) Soroll i vibracions**.

2. Vibracions per voladures :

En cas d'estudi de vibracions per voladures segons el reglament abans esmentat, la informació que cal extreure'n per l'avaluació d'impacte ambiental és la següent:

- Emplaçament de les voladures, amb indicació de les construccions pròximes.
- Estructures adjacents a la zona de voladura susceptibles de les vibracions i classificació segons grup.
- Situació dels captadors. Llistat dels equips de mesura utilitzats (marca, model, número de sèrie).
- Mesures de vibracions obtinguts en els punts de mesura.
- Si les mesures es realitzen en els receptors (estructures adjacents): Anàlisi del compliment o incompliment del reglament en funció de l'activitat i del tipus d'estructura.

- Si les mesures no es realitzen en els receptors : Aplicar paràmetres de correcció i correlació en funció del tipus de propagació i del tipus de terreny, per tal d'establir els nivells en les estructures adjacents. Anàlisi del compliment o incompliment del reglament en funció de l'activitat i del tipus d'estructura.

Referències:

Referències tècniques:

1. Les avaluacions d'impacte ambiental (AIA). Ministeri d'Agricultura i Medi Ambient del Govern d'Andorra. 2002.
2. Manual de medidas acústicas y control de ruido. Cyril M. Harris. McGraw Hill. 1998.
3. Guías metodológicas para la elaboración de estudios de impacto ambiental. Ministerio de Medio Ambiente. 2000.
4. Manual de mesurament i avaluació del soroll. Departament de Medi Ambient. Generalitat de Catalunya. 1994.

Referències legislatives:

1. Reglament per a la realització de treballs o activitats que modifiquin l'estat actual del terreny del 25 de juliol de 2001. BOPA núm. 71, any 13).
2. Reglament del control de la contaminació acústica del 31 de juny de 1989. BOPA núm. 32, any 8).
3. Decret de modificació i ampliació del Reglament per a la conservació venda i importació de substàncies explosives del 04 de juliol del 1990.

Normatives:

1. Directiva 2002/49/CE del parlament europeu del 25 de juny de 2002 sobre evaluació i gestió del soroll ambiental. DOCE del 18-7-2002.
2. Llei 16/2002 del parlament de Catalunya del 28 de juny de 2002 de protecció contra la contaminació acústica. DOGC 3675 del 11-7-2002.
3. CEI 651:1979. Sonòmetres. Trasposada com a norma europea EN 60651:1994.
4. CEI 804:1985. Sonòmetres integradors-amitjanadors. Trasposada com a norma europea EN 60804:1994.
5. CEI 942: 1988. Calibradors sonors. Trasposada com a norma europea HD 556 S1:1991.
6. ISO 1996-1: 1982. Descripció i mesura el soroll ambiental. Paràmetres i procediments.
7. ISO 1996-2: 1987. Descripció i mesura el soroll ambiental. Presa de mostres.
8. ISO 1996-3:1987. Descripció i mesura el soroll ambiental. Aplicació i límits.
9. ISO 2631:1985. Avaluació de l'exposició del cos humà a les vibracions.
10. ISO 8041:1990. Instrumentació de mesura per equips de vibracions.
11. ISO 9613-1:1993. Atenuació del so en exteriors, degut a l'efecte de propagació. Càlcul de l'absorció de l'atmosfera.
12. DIN 4150 part 3:1986. Vibracions estructurals en edificis. Efectes.