

Projecte/Treball Fi de Carrera

Estudi: Enginyeria Tècn. Ind. Mecànica. Pla 2002

Títol: PROJECTE DE CONSTRUCCIÓ D'UNA PLATAFORMA ESPECIAL PER EL DESGELAMENT I NETEJA D'AERONAUS A L'AEROPORT DE GIRONA-COSTA BRAVA

Document: 1. Memòria. Annexos a la memòria

Alumne: Ivan Masó Bohigas

Director/Tutor: Jordi Comas Baron

Departament: Enginyeria Mecànica i de la Construcció Industrial

Àrea: Enginyeria Construcció

Convocatòria (mes/any): juny/07

(volum 2/2)

A L'ETILENGLICOL	4
A.1 Descripció.....	4
A.2 Propietats físiques i químiques	4
A.3 Toxicitat	5
A.4 Inflamabilitat	5
A.5 Manipulació i emmagatzematge.....	5
A.6 Ecotoxicitat	5
B ESTUDI TOPOGRÀFIC	6
B.1 Introducció.....	6
B.2 Punts a analitzar.....	6
B.3 Metodologia.....	7
B.4 Resultats	8
B.5 Disposició de canaletes i canonades	8
B.5.1 Canaletes	8
B.5.2 Canonades de PVC.....	9
B.6 Conclusions.....	10
C CÀLCULS HIDRÀULICS	11
C.1 Introducció.....	11
C.1.1 Càlcul del màxim cabal generat a la plataforma	11
C.2 Dimensionament de les canaletes	12
C.2.1 Cabal màxim a la canaleta	12
C.2.2 Secció de la canaleta	14
C.2.3 Comprovacions	15
C.3 Dimensionament dels col·lectors primaris.....	16
C.3.1 Cabal màxim als col·lectors	16
C.3.2 Secció dels col·lectors.....	17
C.3.3 Comprovacions	19
C.4 Dimensionament dels dipòsits	20
C.4.1 Dipòsit per a residus.....	20
C.4.2 Dipòsit per a glicol pur.....	20
C.5 Selecció de les bombes	21
C.5.1 Bomba per treure residus de la fossa	21
D CÀLCULS CONSTRUCTIUS	25
D.1 Dimensionament de la rasa per conduccions PVC	25
D.1.1 Introducció.....	25
D.1.2 Mètode utilitzat	25
D.1.3 Símbols i abreviatures.....	25
D.1.4 Dades de partida	27
D.1.5 Condicions de la rasa.....	27
D.1.6 Característiques del recolzament i relació de projecció	28
D.1.7 Reomplert de la rasa	29
D.1.8 Característiques dels sòls (terreny i reomplert).....	29
D.1.9 Característiques de les sobrecàrregues concentrades	32

D.1.10 Determinació de la pressió vertical de les terres.....	33
D.1.11 Altura equivalent de terres	37
D.1.12 Determinació de la pressió lateral de les terres	38
D.1.12 Determinació de la pressió vertical deguda a les sobrecàrregues.....	39
D.1.13 Determinació de la pressió vertical total sobre el tub.....	40
D.1.14 Càlcul de la deformació del tub	40
D.1.15 Comprovació de l'estabilitat dimensional. Càlcul de la pressió crítica de col·lapse.....	41
D.2 Dimensionament de la fosa per als dipòsits.....	43
D.2.1 Introducció.....	43
D.2.2 Consideracions inicials.....	43
D.2.3 Disseny de la fossa	44
D.2.4 Determinació dels moments flectors	45
D.2.5 Determinació dels esforços a tracció	47
D.2.6 Comprovació de l'esforç tallant	48
D.2.7 Comprovació a la fissuració	48
D.2.8 Determinació de l'armadura de flexió necessària per condicions de fissuració.....	49
D.2.9 Determinació de les armadures a tracció simple	50
D.2.10 Comprovació a la ruptura	50
D.2.11 Organització de les armadures i quanties mínimes d'armadura	51
D.2.12 Resultats	52
D.2.13 Comprovacions	54
E PLA D'OBRES.....	56
E.1 Introducció.....	56
E.2 Termini d'execució de les obres.....	56
E.3 Programa de desenvolupament dels treballs.....	56
F INFORME DE L'IMPACTE AMBIENTAL.....	57
F.1 Objecte	57
F.2 Descripció de l'obra.....	57
F.3 Marc legal	57
F.4 Conclusions	57
G ESTUDI DE SEGURETAT I SALUT.....	60
G.1 Objecte de l'estudi	60
G.2 Disposicions legals d'aplicació.....	60
G.3 Dades de l'obra.....	61
G.3.1 Emplaçament.....	61
G.3.2 Descripció de l'obra.....	61
G.3.3 Pressupost d'execució	61
G.3.4 Termini d'execució	61
G.4 Interferències i serveis afectats	62
G.5 Accessos.....	62
G.6 Climatologia	62
G.7 Centre assistencial més pròxim	62
G.8 Unitats de construcció previstes a l'obra	63

G.8.1 Oficis que intervindran	63
G.8.2 Maquinària que intervindrà.....	64
G.8.3 Mitjans auxiliars.....	65
G.9 Riscos generals i mesures preventives	65
G.9.1 Riscos generals més freqüents.....	65
G.9.2 Mesures preventives.....	66
G.9.3 Proteccions col·lectives.....	66
G.9.4 Equips de protecció individual.....	67
G.10 Riscos professionals.....	67
G.10.1 Demolicions i desmuntatges	67
G.10.2 Excavacions	68
G.10.3 Manipulació del formigó	68
G.10.4 Treballs d'encofrat i desencofrat.....	69
G.10.5 Instal·lació elèctrica.....	70
G.11 Prevenció de riscos professionals.....	71
G.11.1 Proteccions individuals.....	71
G.11.2 Proteccions col·lectives.....	72
G.11.3 Formació	72
G.11.4 Medicina preventiva i primers auxilis	72
G.12 Prevenció de riscos de danys a tercers	73
H REPORTATGE FOTOGRÀFIC.....	74

A L'ETILENGLICOL

L'etilenglicol és un producte que s'utilitza mesclat amb aigua per desgelar el fuselatge i les ales dels avions, amb una relació 25% etilenglicol i 75% aigua.

En aquest annex es donarà una informació general d'aquest producte.

A.1 Descripció

El glicol d'etilè és un líquid transparent, verdós, lleugerament espès com almívar a temperatura ambient. És inodor però té un sabor dolç.

És usat per fabricar líquids anticongelants i per desgelar automòbils, avions, etc.

És un líquid nociu en cas d'ingestió, inflamable i lleugerament contaminant del medi terrestre i aquàtic.

A.2 Propietats físiques i químiques

Les propietats físiques i químiques de l'etilenglicol són:

Punt d'ebullició: 198°C

Punt de fusió: -12°C

Punt d'inflamació : 111°C

Temperatura de auto ignició : 410°C

Límits d'explosió en l'aire (inferior/superior): 3,2 / 15,3 vol.%

Pressió de vapor: 7 Pa (a 20°C)

Densitat relativa: 1,114

Densitat relativa del vapor: 2.1

Solubilitat: Miscible amb aigua

A.3 Toxicitat

L'etilenglicol és un producte tòxic. La persona que utilitza anticongelants, líquids refrigerants i líquids de frens pot estar-hi exposat.

En contacte amb la pell o per contacte ocular, pot provocar irritacions.

Per ingestió, pot provocar ansietat, nàusees, convulsions, efectes al sistema nerviós central, cansament, trastorns de la coordinació motriu, pèrdua del coneixement i problemes al cor i als ronyons. Menjar o prendre quantitats extremadament altes de glicol d'etilè pot causar la mort.

A.4 Inflamabilitat

L'etilenglicol és un producte inflamable. S'ha de mantenir allunyat de les fonts d'ignició. Els vapors són més pesats que l'aire, per la qual cosa poden desplaçar-se a nivell del terra. Poden formar-se mesclades explosives amb l'aire. En cas d'incendi poden formar-se vapors tòxics.

A.5 Manipulació i emmagatzematge

Per la manipulació, s'evitarà en tot moment el contacte amb la pell o la inhalació dels seus vapors. S'utilitzaran guants i ulleres apropiades.

Pel que fa a l'emmagatzematge, s'utilitzaran recipients ben tancats en locals ben ventilats a temperatura ambient. S'allunyarà de fonts d'ignició i calor.

A.6 Ecotoxicitat

Tot i ser un compost biodegradable a petites quantitats, no s'ha de permetre la seva incorporació al sòl i als aqüífers, ja que és un producte contaminant de l'aigua.

B ESTUDI TOPOGRÀFIC

A continuació s'exposa l'estudi topogràfic encarregat a l'empresa "Topo S.A.", així com els resultats obtinguts.

B.1 Introducció

S'ha efectuat un estudi topogràfic de la zona per tal de conèixer quin és el desnivell entre els diferents punts que ens afecten a l'hora de dissenyar la plataforma de desgelament i neteja d'aeronaus.

Aquest estudi ens permetrà avaluar:

El pendent de la plataforma.

La fondària de les rases que conduiran els tubs de PVC enterrats.

La fondària de la fosa per als dipòsits.

B.2 Punts a analitzar

Els punts en els que s'ha realitzat l'estudi són, d'acord amb la figura 1:

- A1 Vèrtex nord-est de la plataforma
- A2 Vèrtex sud-est de la plataforma
- A3 Vèrtex sud-oest de la plataforma
- A4 Vèrtex nord-oest de la plataforma
- A5 Pou de registre / Divisió de residus
- A7 Dipòsit

A8 Xarxa de pluvials

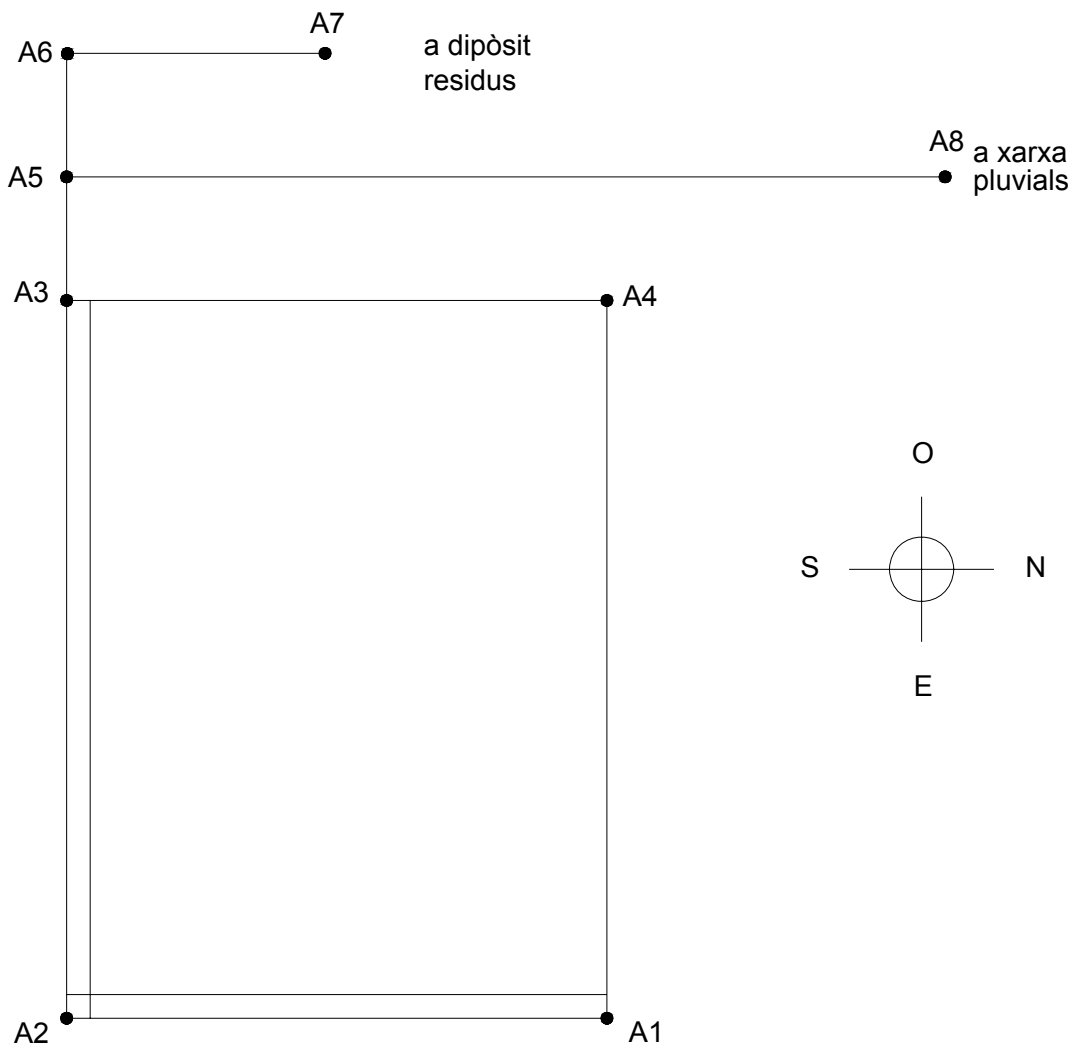


Figura 1. Punts a estudiar

B.3 Metodologia

L'aparell de mesura ens proporciona la distància real D entre els dos punts i l'angle B respecte l'horitzontal. A partir d'aquests dos valors es troba la diferència de cota H entre els dos punts, i el pendent en %, tal i com es mostra a la figura 2.

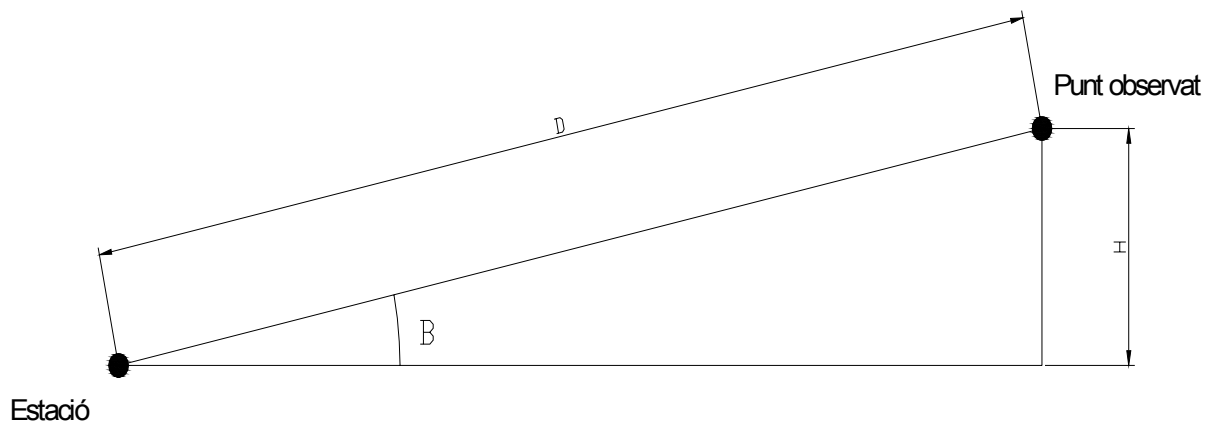


Figura 2. Metodologia

B.4 Resultats

Els resultats de l'estudi topogràfic es mostren a la taula 1.

Estació	Punt observat	D (m)	B (°)	H (m)	Pendent
A2	A1	46,18	0,85	0,6851	1,48%
A2	A3	61,12	0,81	0,8640	1,41%
A3	A4	46,28	0,89	0,7189	1,55%
A2	A5	72,12	0,82	1,0321	1,43%
A5	A6	3,27	0,13	0,0074	0,23%
A6	A7	20,27	0,06	0,0212	0,10%
A5	A8	60,12	-2,68	-2,8111	-4,68%

Taula 1. Resultats estudi topogràfic

B.5 Disposició de canaletes i canonades

En aquest apartat es definirà quina ha de ser la col·locació de les canaletes i canonades de PVC, en quan a la seva fondària respecte el terreny.

B.5.1 Canaletes

La plataforma de desgelament i neteja d'aeronaus, ubicada a la posició nº 17 i delimitada pels vèrtexs A1, A2, A3 i A4, té un pendent cap al punt A2 (extrem sud-est) del 1.5% en les direccions sud i est. Això significa que les canaletes que recolliran els residus adoptaran aquest pendent i conduiran els residus al punt A2 on s'ubicarà una arqueta de registre AR2.

B.5.2 Canonades de PVC

Per conduir els residus de l'arqueta de registre AR1 al dipòsit i a la xarxa de pluvials, s'utilitzaran canonades de PVC enterrades i amb pendent.

S'adoptarà inicialment un pendent de l'1,5% en tot el recorregut d'aquesta canonada, que posteriorment serà comprovat al següent annex.

Suposant doncs un pendent de l'1,5%, calcularem quina serà la cota final d'aquesta canonada a cada tram, per tal de facilitar la seva col·locació i obtenir quina haurà de ser la fondària de les rases així com de la fossa per els dipòsits.

La canonada de PVC comença a l'arqueta de registre AR2, i suposarem una cota inicial de -0.7 metres, d'acord amb l'annex C on es calcula quina ha de ser la fondària del tub dins la rasa en el cas més desfavorable, que serà en aquest punt. Amb la taula 2 s'obté quina és la cota final del tub de PVC a cada tram de canonada.

Canonada	Punt inici	Punt fi	H (m)	Ci (m)	Y (m)	Cf (m)
R1	A2	A5	1,03	-0,70	1,08	-2,81
R2	A5	A6	0,01	-3,11	0,05	-3,17
R3	A6	A7	0,02	-3,32	0,30	-3,65
R4	A5	A8	-2,81	-2,96	0,90	-1,05

Taula 2. Obtenció de la cota inicial i final del tub de PVC en cada tram de canonada

H és la diferència de cota entre el punt d'inici i el punt final

H positiva significa que el punt final està a una major altura respecte el terreny que l'inicial.

H negativa significa que el punt final està a una menor altura respecte el terreny que l'inicial.

Ci és la cota inicial del tub de PVC respecte el terreny (distància entre el terreny i la part superior del tub de PVC). Ci és sempre negativa i indica que el tub circula per sota el terreny.

Y és el desnivell que adopta el tub de PVC degut només al seu propi pendent de l'1,5%.

Cf és la cota final del tub de PVC respecte el terreny (distància entre el terreny i la part superior del tub de PVC). Cf és també negativa ja que indica que el tub va enterrat.

Entre la cota final de cada tram i la inicial del següent hi ha una diferència de 15 cm, per tal de que el tub d'entrada a l'arqueta estigui lleugerament per sobre el tub de sortida.

B.6 Conclusions

L'estudi topogràfic ens ha permès avaluar:

El pendent de la plataforma, que és de l'1,5 % en la seva direcció oest-est i nord-sud.

La cota inicial i final respecte el terreny de les canonades de PVC a cada tram, i la fondària de la rasa que les haurà de contenir.

La cota superior del tub a l'entrada de la fossa (-3.65 metres), que sumada a l'altura del dipòsit, permetrà conèixer la profunditat de la fossa.

C CÀLCULS HIDRÀULICS

C.1 Introducció

En aquest annex es dimensionaran les canaletes, que recolliran els residus generats a la plataforma; els col·lectors, que conduiran els residus fins al dipòsit o fins a la xarxa de pluvials; i els dipòsits, un per emmagatzemar els residus de glicol i l'altre per emmagatzemar glicol pur.

També s'inclou en aquest annex la selecció de les diferents bombes que permetran el correcte funcionament de tota la instal·lació.

La superfície de la plataforma és de $61\text{m} \times 46\text{m} = 2.806 \text{ m}^2$ i el seu pendent és del 2.1% cap al punt A2.

C.1.1 Càlcul del màxim cabal generat a la plataforma

Per al dimensionament de les canaletes i dels col·lectors primaris, necessitarem conèixer quin serà el màxim cabal que circularà per aquests conductes en el pitjor dels casos. Els cabals màxims que es poden generar en aquesta plataforma poden ser:

Màxim cabal per a la neteja d'aeronaus: $200 \frac{\text{l}}{\text{min}}$ (cabal màxim que pot subministrar la unitat mòbil subministradora d'aigua i aigua amb sabó a pressió per a la neteja d'aeronaus).

Màxim cabal per al desgelament d'aeronaus: $151.4 \frac{\text{l}}{\text{min}}$ (cabal màxim que pot subministrar la unitat centrífuga mòbil de glicol).

No es tindrà en compte la màxima intensitat de pluja, ja que la finalitat d'aquestes canaletes és la de recollir els residus generats en aquesta plataforma, i no les precipitacions. Tot i això, si que seria bo recollir la pluja dels primers minuts, ja que pot contenir restes de glicol i/o hidrocarburs.

A més, es pot considerar la utilització simultània de dos vehicles per a dur a terme alguna d'aquestes operacions, la qual cosa suposaria la duplicitat del cabal esmentat anteriorment.

Al mateix temps, seria recomanable aplicar una esbandida amb aigua a la plataforma un cop acabada la operació de desgelament, per tal de que no quedin restes de residus a la plataforma. Aquesta esbandida es pot estimar en un cabal de 200 l/min.

Per tot això, s'ha considerat finalment un màxim cabal amb contingut de glicol o hidrocarburs de 500 l/min.

Per tant, el cabal màxim que generarà la plataforma en el cas més desfavorable serà

$$Q_G = 500 \frac{\text{l}}{\text{min}} = 0.0083 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}.$$

C.2 Dimensionament de les canaletes

Es disposaran dues canaletes per recollir tots els residus líquids generats en aquesta plataforma, una ala vessant sud i l'altre ala vessant est. No es disposaran canaletes als altres dos costats degut al propi pendent d'aquesta plataforma.

C.2.1 Cabal màxim a la canaleta

Tenint en compte que tant l'aplicació dels productes com el posterior esbandit no serà uniforme, el cabal màxim a cada canaleta serà el cabal màxim generat a la plataforma, ja que no es pot assegurar que cada canaleta recollirà la meitat dels residus.

A la figura 3 s'observa esquemàticament la disposició de les canaletes.

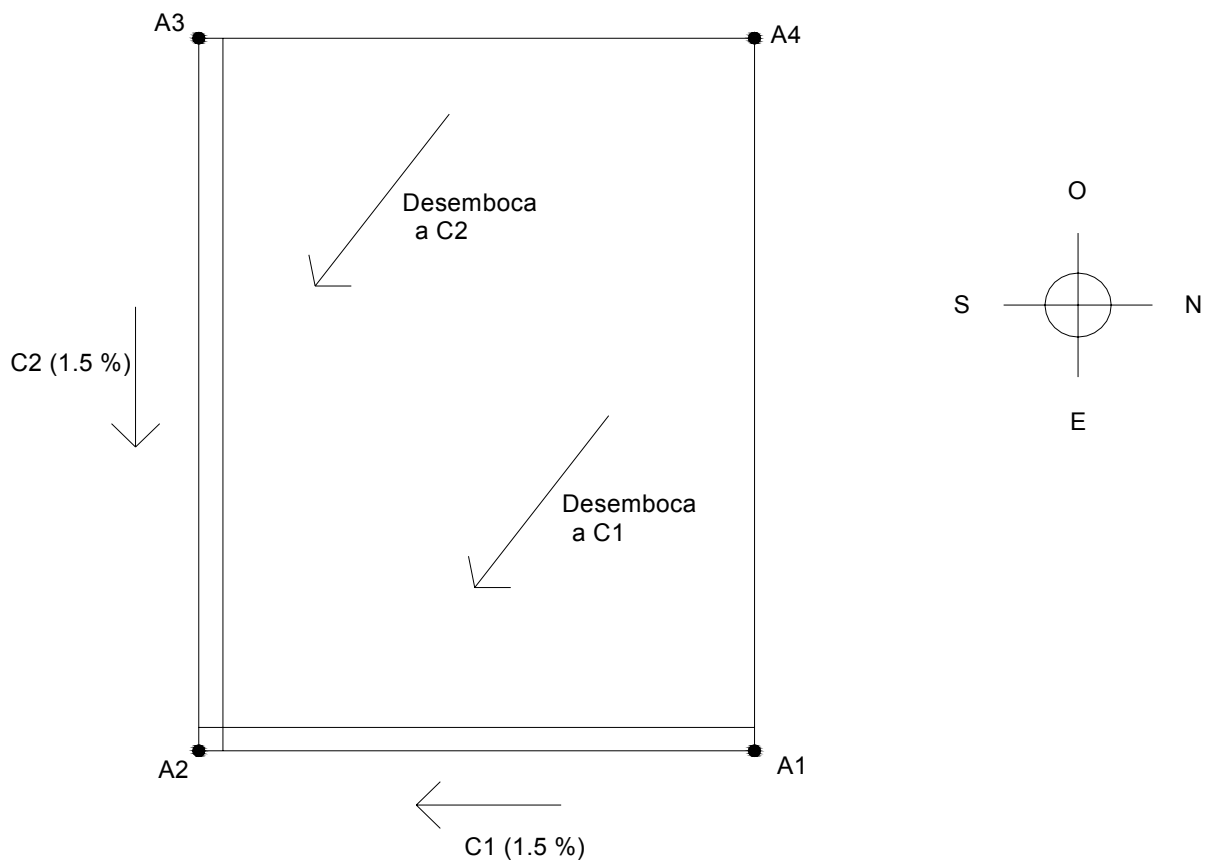


Figura 3. Recollida de residus a les canaletes

Per tant, tindrem que:

$$Q_C = Q_{C1} = Q_{C2} = Q_G = 500 \frac{l}{\text{min}} = 0.0083 \frac{m^3}{s}; \text{ que serà el màxim cabal de circulació}$$

esperat en la canaleta.

Cal dir que la finalitat d'aquesta canaleta no és la de recollir l'aigua de la pluja, però si que interessa que quan ploqui l'aigua es condueixi al dipòsit per als residus ja que aquesta contindrà residus de glicol. Passats uns minuts, l'aigua de pluja ja es podrà conduir a la xarxa de pluvials mitjançant la vàlvula mecanitzada, ja que llavors ja no contindrà residus de glicol.

C.2.2 Secció de la canaleta

Per calcular la secció rectangular de la canaleta, utilitzarem la fórmula de Manning per a seccions rectangulars:

$$Q_c = \frac{1}{n} \cdot s^{1/2} \cdot \left(\frac{A}{a + 2y} \right)^{2/3} \cdot A \quad (\text{Eq. 1})$$

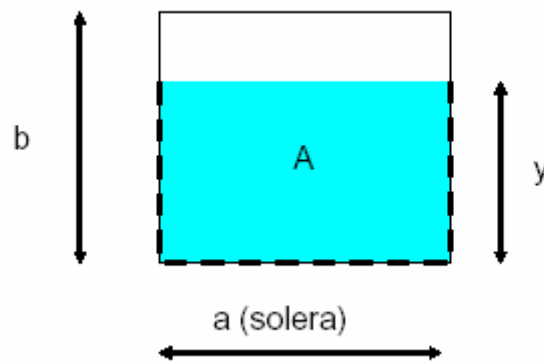


Figura 4. Secció de la canaleta

On, d'acord amb la figura 4:

Q_c : cabal més desfavorable; $Q = 0.0083 \text{ m}^3/\text{s}$.

n : rugositat del material; $n = 0.011$ (formigó polímer)

s : pendent de solera; $s = 0.015$

a : base (m)

y : calat (m)

b : altura (m)

A : secció hidràulica (m^2)

El fabricant ens proporciona les mesures de les canaletes prefabricades disponibles capaces de suportar càrregues particularment elevades, tals com el pas d'aeronaus, d'acord amb la norma EN-1433. Les possibles mesures i els cabals que proporcionen, d'acord amb la fórmula de Manning, es mostren a la taula 3.

Tipus	a (mm)	y (mm)	A (cm ²)	Q (m ³ /s)
SM200MF	150	59,3	89	0,00805
SM250MF	200	78,5	157	0,01716
S200MF	150	120,0	180	0,02031
S250MF	200	130,0	260	0,03358
SM350MF	300	98,0	294	0,03920
S300MF	250	162,8	407	0,06104
S350MF	300	151,7	455	0,07123

Taula 3. Tipus de canaletes disponibles.

La primera canaleta capaç de suportar el cabal desitjat $Q_C=0.0083$ m³/s és el tipus SM250MF, que permet un cabal $Q_C=0.01716$ m³/s.

C.2.3 Comprovacions

Per a aigües pluvials, la relació entre el calat y i l'altura b de la conducció ha de ser inferior a 0.9. Comprovem:

$$\frac{y}{b} = \frac{78,5}{100} = 0.78; \text{ valor vàlid.}$$

La velocitat de circulació haurà de ser inferior a 3 m/s per evitar l'erosió dels conductes i superior a 0.5 m/s de manera que no es permeti la sedimentació al fons. Calculem la velocitat en aquesta conducció:

$$v = \frac{1}{n} \cdot s^{1/2} \cdot \left(\frac{A}{a + 2y} \right)^{2/3} \quad (\text{Eq. 2})$$

$$v = 1.39 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}; \text{ valor vàlid.}$$

La qual cosa ens indica que el pendent que adopten les canaletes és del tot suficient.

C.3 Dimensionament dels col·lectors primaris

Els col·lectors primaris conduiran els residus del punt A2 al punt A8 i A7, segons correspongui, d'acord amb l'esquema mostrat a la figura 5.

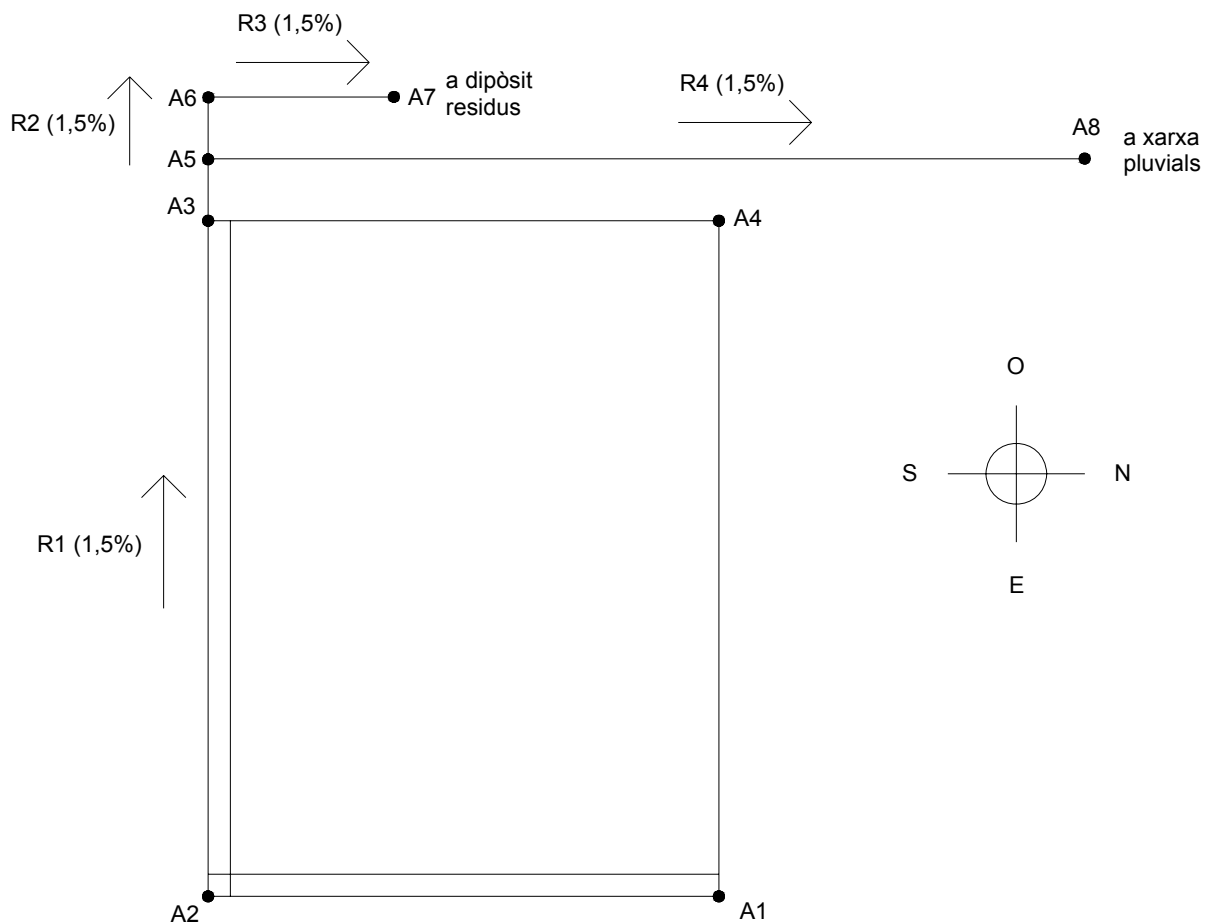


Figura 5. Recollida dels residus

C.3.1 Cabal màxim als col·lectors

Tots els col·lectors hauran de poder conduir el mateix cabal Q_R , de valor igual al màxim cabal generat a la plataforma. És a dir:

$$Q_R = Q_{R1} = Q_{R2} = Q_{R3} = Q_{R4} = Q_G \quad (\text{Eq. 3})$$

$$Q_R = 0.0083 \frac{m^3}{s}$$

C.3.2 Secció dels col·lectors

Els col·lectors aniran enterrats i tindran un pendent de l'1,5% en tot el seu recorregut. Calcularem el diàmetre mínim que pugui suportar aquest cabal mitjançant la fórmula de Manning per a conductes circulars i suposant el tub ple (Q_{Rll}), i després s'utilitzarà el gràfic que relaciona calat i diàmetre amb cabal i cabal ple, per obtenir el cabal que realment pot circular per aquest conducte.

Coneixent $n = 0.010$ (tubs de PVC) i prenent $s = 0.015$, calculem Q_{Rll} mitjançant la fórmula de Manning per als diferents diàmetres donats.

$$Q_{Rll} = \frac{1}{n} \cdot s^{\frac{1}{2}} \cdot \left(\frac{D}{4}\right)^{\frac{2}{3}} \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4} \quad (\text{Eq. 4})$$

De l'equació 4 obtenim els resultats mostrats a la taula 4.

Tipus	D (mm)	$Q_{Rll} (m^3/s)$
PVC100	100	0,00822
PVC150	150	0,02425
PVC200	200	0,05222
PVC250	250	0,09468
PVC300	300	0,15396
PVC350	350	0,23224
PVC400	400	0,33158

Taula 4. Tubs de PVC i cabals que poden suportar, suposant el tub ple.

Llavors, utilitzant el gràfic de la figura 6:

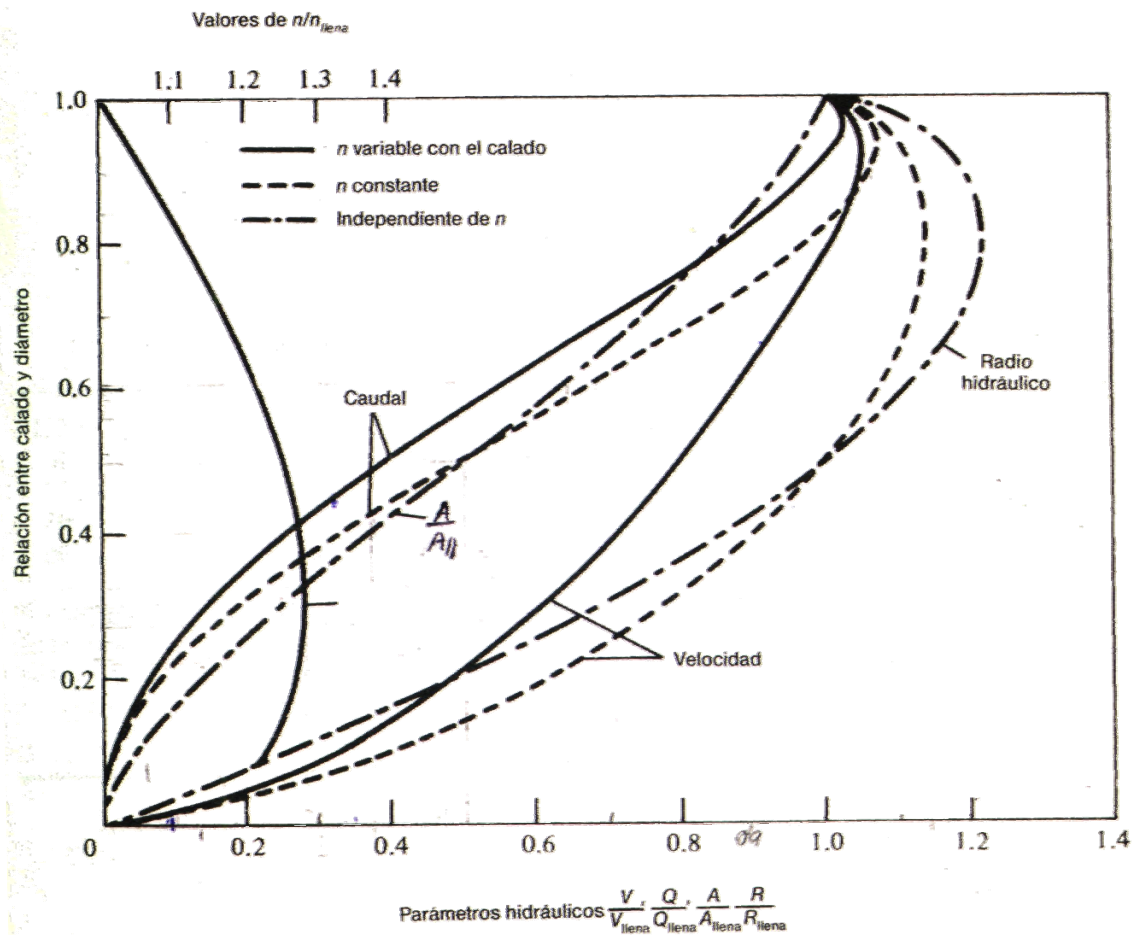


Figura 6. Obtenció del cabal real a partir del cabal amb tub ple en tubs circulars.

Suposem $\frac{y}{D} = 0.7$ i obtenim $\frac{Q_R}{Q_{Rll}} = 0.7$. Per tant, $Q_R = 0.7Q_{Rll}$.

A la taula 5 es poden observar els diferents diàmetres de tubs de PVC i el cabal real que poden suportar.

Tipus	D (mm)	Q_{Rll} (m^3/s)	Q_R (m^3/s)
PVC100	100	0,00822	0,00576
PVC150	150	0,02425	0,01697
PVC200	200	0,05222	0,03655
PVC250	250	0,09468	0,06628
PVC300	300	0,15396	0,10777
PVC350	350	0,23224	0,16257
PVC400	400	0,33158	0,23211

Taula 5. Tubs de PVC i cabals que poden suportar.

El primer col·lector capaç de suportar el cabal desitjat és $\varnothing = 150$ mm. Serà de PVC, anirà enterrat i tindrà un pendent de l'1,5 % en tot el seu recorregut.

C.3.3 Comprovacions

De la mateixa manera que a l'apartat C.2.3, comprovem que la secció escollida compleix amb les recomanacions establertes.

Per a aigües pluvials, la relació entre el calat y i l'altura D de la conducció ha de ser inferior a 0.9. Compleix, ja que abans ja hem escollit

$$\frac{y}{D} = 0.7; \text{ valor vàlid.}$$

La velocitat de circulació haurà de ser inferior a 3 m/s per evitar l'erosió dels conductes i superior a 0.5 m/s de manera que no es permeti la sedimentació al fons. Calculem la velocitat en aquesta conducció:

$$v_{||} = \frac{1}{n} \cdot s^{\frac{1}{2}} \cdot \left(\frac{D}{4}\right)^{\frac{2}{3}} \quad (\text{Eq. 5})$$

$$v_{||} = 1.37 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

Operant igual que abans, i utilitzant el gràfic de la figura 5, tenim que:

$$\frac{y}{D} = 0.7 \text{ i obtenim } \frac{v}{v_{||}} = 0.7. \text{ Per tant, } v = 0.7v_{||} = 0.96 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}; \text{ valor vàlid.}$$

La qual cosa ens indica que el pendent que adopten els col·lectors és del tot suficient.

C.4 Dimensionament dels dipòsits

C.4.1 Dipòsit per a residus

El dipòsit per a residus haurà de permetre emmagatzemar l'aigua amb restes de glicol generada a la plataforma durant un període de, com a mínim, un mes.

Pel que fa a l'aplicació de glicol, podem estimar una aplicació de 200 l d'una barreja d'aigua i glicol per avió, amb una mitjana de 6 avions al dia: 36000 l/mes.

A aquesta xifra, que equival als residus de glicol generats en el pitjor dels casos, s'hi ha de sumar els residus obtinguts de l'esbandida de la plataforma, que contindran també residus de glicol.

Tenint en compte aquestes dades, s'opta per un dipòsit de 50.000 litres per als residus, que permetrà l'emmagatzematge dels residus en un període mínim d'un mes.

El dipòsit serà cilíndric de 3 metres de diàmetre i 8 metres de longitud

Cal dir que el nombre d'operacions de desgelament és molt variable, i depèn, en primer lloc, del nombre de gelades que es produeixin durant les èpoques hivernals, i de la intensitat d'aquestes gelades. En segon lloc, un augment dels vols a l'Aeroport de Girona repercutiria en un augment del nombre d'operacions de desgelament. En cas de doblar-se el nombre de vols, el dipòsit podria emmagatzemar residus en un període mínim de 15 dies en el cas més desfavorable.

C.4.2 Dipòsit per a glicol pur

El glicol pur s'utilitza dissolt amb aigua amb una proporció 25% glicol 75% aigua. Es disposarà al costat del dipòsit de residus un dipòsit per tal de que les empreses encarregades de l'aplicació del glicol puguin abastir-se'n.

S'opta per un dipòsit de 20.000 litres de capacitat, el qual permetrà emmagatzemar suficient glicol per un període d'un mes i mig en el pitjor dels casos, i sempre depenent del nombre de gelades.

El dipòsit serà cilíndric de 2.4 metres de diàmetre i 5 metres de longitud.

C.5 Selecció de les bombes

En aquest apartat es seleccionaran les bombes que s'utilitzaran per el correcte funcionament de tota la instal·lació.

L'única bomba a seleccionar és la que servirà per treure l'aigua que accidentalment entri a la fossa.

C.5.1 Bomba per treure residus de la fossa

La fossa per als dipòsits, de grans dimensions i fondària, s'ha dissenyat amb un cert pendent cap a un dels seus extrems, on s'hi ha construït una arqueta de 1m x 1m x 1m, que recollirà qualsevol vessament que es pugui produir als dipòsits (durant ompliment, buidatge, etc.), així com qualsevol entrada accidental d'aigua a la fossa, ja sigui per els tubs de ventilació, per l'accés, durant tasques de manteniment, etc.

A l'interior d'aquesta arqueta, es col·locarà una bomba submergible amb interruptor de nivell, que impulsarà els residus continguts en aquesta arqueta cap al dipòsit de residus.

La bomba en qüestió haurà de complir els següents requisits:

Cabal desitjat: 25 l/min = 1500 l/h

Les característiques de la instal·lació són:

Altura impulsió: 5 metres

Longitud canonada: 15 metres (PVC)

Diàmetre: 40 mm

Nº colzes: 3

Nº vàlvules de comporta: 1

Nº vàlvules antiretorn: 1

Les pèrdues de càrrega es calcularan d'acord amb les recomanacions del fabricant, ESPA.

Així, les pèrdues de càrrega a la canonada seran, d'acord amb la taula 6, i considerant un diàmetre de 40 mm.

Diámetro del tubo	25	32	40	50	65	80	100	125	150	200	250	300	400	500	600	700
Curva 90°	0.2	0.3	0.4	0.5	0.7	1	1.2	1.8	2	3	5	5.5	7	8	14	16
Codo 90°	0.3	0.4	0.6	0.7	0.9	1.3	1.7	2.5	2.7	4	5	7	9.5	11	19	22
Conos difusores	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Válvula de pie	6	7	8	9	10	12	15	20	25	30	30	45	60	75	90	100
Válvula retención	4	5	6	7	8	9	10	15	20	25	25	35	50	60	75	85
Válv. Compuerta 100% Abierta	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	1	1	1.5	2	2	2	3	3.5	4	5
Válv. Compuerta 75% Abierta	2	2	2	2	2	2	4	4	6	8	8	8	12	14	16	20
Válv. Compuerta 50% Abierta	15	15	15	15	15	15	30	30	45	60	60	60	90	105	120	150

Taula 6. Pèrdues de càrrega als accessoris. Longitud equivalent de canonada recte (metres)

Longitud canonda: 8 metres

Pèrdues singulars: 2 metres (vàlvula comporta 75 % oberta)

6 metres (vàlvula antiretorn)

1.8 metres (3 colzes 90°)

Per tant, la longitud equivalent de la canonada serà de 17.8 metres.

Amb aquest valor es poden obtenir les pèrdues en m.c.a. a través de la taula 7 de pèrdues de càrrega.

Litros hora	En diámetros interiores de tuberías en mm.														
	14	19	25	32	38	50	63	75	89	100	125	150			
500	8,9	2,1	0,6												
800	20,2	4,7	1,3	0,4											
1.000	29,8	7	1,9	0,6											
1.500		14,2	3,9	1,2	0,5										
2.000		23,5	6,4	2	0,9										
2.500			9,4	2,9	1,3	0,4									
3.000			13	4	1,8	0,5	0,2								
3.500			17	5,3	2,3	0,6	0,2								
4.000			21,5	6,6	2,9	0,8	0,3	0,1							
4.500				8,2	3,6	1,0	0,3	0,1							
5.000				9,8	4,3	1,2	0,4	0,2							
5.500				11,6	5,1	1,4	0,5	0,2							
6.000				13,5	6	1,6	0,5	0,2							
6.500				15,5	6,9	1,9	0,6	0,3							
7.000				17,7	7,8	2,1	0,7	0,3							
8.000				22,4	9,9	2,7	0,9	0,4	0,2						
9.000					12,1	3,3	1,1	0,5	0,2						
10.000					14,6	4	1,3	0,6	0,3	0,1					
12.000					20,1	5,5	1,8	0,8	0,4	0,2					
15.000					29,7	8,1	2,7	1,2	0,5	0,3					
18.000						11,1	3,7	1,6	0,7	0,4	0,1				
20.000						13,3	4,5	1,9	0,9	0,5	0,2				
25.000						19,7	6,6	2,9	1,3	0,7	0,3				
30.000							9	4	1,8	1	0,3	0,1			
35.000							11,8	5,2	2,3	1,3	0,5	0,2			
40.000							15	6,5	2,9	1,7	0,6	0,2			
45.000							18,4	8	3,6	2	0,7	0,3			
50.000								9,7	4,3	2,5	0,9	0,4			
60.000								13,3	5,9	3,4	1,2	0,5			
70.000									7,7	4,4	1,5	0,6			
80.000									10,4	5,6	1,9	0,8			
90.000									12,9	7,3	2,4	1			
100.000										8,9	2,9	1,2			
125.000											4,5	1,8			
150.000												6,3	2,6		
175.000													8,4	3,5	
200.000														10,7	4,4

Taula 7. Metres de pèrdua de càrrega per 100 metres de canonada en canonades de PVC

Així, 1500 l/h en una canonada de 40 mm de diàmetre corresponen a 0.5 metres per cada 100 metres de canonada equivalent.

Per tant, $0.5 \times 17.8 / 100 = 0.089$ m.c.a., que són les pèrdues de càrrega que es produeixen a la canonada (impulsió).

L'altura manomètrica total que haurà de vèncer la bomba serà l'altura d'impulsió més les pèrdues de càrrega a l'impulsió.

Així, $5 + 0.089 = 5.1$ m.c.a.; la bomba a seleccionar ha d'elevat 1500 l/h a una altura de 5.1 m.c.a.

Seleccionem doncs el model DRAINEX 150M de la marca ESPA, que compleix amb els càlculs efectuats. Aquest tipus de bomba és especial per aquestes aplicacions, ja que és submergible i permet el pas de sòlids de fins a 30 mm. La bomba incorpora un interruptor de nivell que permet l'accionament d'aquesta només quan l'arqueta de recollida dels residus s'ompli.

D CÀLCULS CONSTRUCTIUS

D.1 Dimensionament de la rasa per conduccions PVC

D.1.1 Introducció

Aquest annex té com a objectiu comprovar els tubs de PVC utilitzats per conduir els residus generats a la plataforma des de l'extrem sud-est fins al dipòsit o la xarxa de pluvials, que aniran enterrats i estaran sotmesos a càrregues externes, seguint tots els passos descrits a l'informe UNE 53331 IN titulat "*Criterio para la comprobación de los tubos de PVC i PE a utilizar en conducciones con y sin presión sometidas a cargas externas*".

Cal destacar l'importància d'aquest annex, ja que es comprovarà si la configuració adoptada (profunditat de la rasa, profunditat del conducte, tipus de reomplert, etc.) serà capaç de resistir el pas d'una aeronau tipus Boeing 737-800.

D.1.2 Mètode utilitzat

La estructura de l'annex es la següent:

Un cop seleccionat el tub adequat per la conducció considerada, així com el tipus i recolzament de la rasa, es determinen els factors que actuen sobre el tub, deguts a càrregues externes i internes, analitzant si la deformació del tub és admissible d'acord amb el límit establert del 5%. En cas positiu, es continua amb el càlcul de la pressió crítica de col·lapse. Si la deformació fos superior al 5%, s'hauria de considerar un altre supòsit, modificant les característiques de la instal·lació o el tipus de tub.

D.1.3 Símbols i abreviatures

A continuació es descriuen els símbols i abreviatures utilitzats en aquest annex.

Magnitud	Unitat	Denominació
B	m	Amplada de la rasa al nivell de la generatriu superior del tub
C_c	-	Coefficient de càrrega per sobrecàrregues repartides
$C_{h1,2}$	-	Factors de deformació horitzontals
$C_{v1,2}$	-	Factors de deformació verticals
C_z	-	Coefficient de càrrega de les terres dins la rasa
D_n	m	Diàmetre nominal del tub
e	m ,cm, mm	Gruix de la paret del tub
E_t	N/mm ²	Mòdul d'elasticitat del material del tub
$E_{1,2,3,4}$	N/mm ²	Mòduls de compressió del sòl
E_f	N/mm ²	Mòdul de compressió de la capa de pavimentació
h	M	Espessor de la capa de pavimentació
H	m	Altura del recobriment per damunt de la generatriu superior del tub
H_e	m	Altura equivalent de terres
K_1	-	Coefficient d'empenta lateral de les terres de reomplert per damunt de la generatriu superior
K_2	-	Coefficient d'empenta lateral de les terres de reomplert al voltant del tub fins la generatriu superior
m	-	Factor de concentració de la pressió vertical
n	-	Factor de concentració de la pressió lateral del terreny
r_m	m, cm, mm	Radi mig del tub
P_c	kN	Sobrecàrrega concentrada
P_j	-	Relació de projecció
P_{vc}	kN/m ²	Pressió vertical sobre el tub per sobrecàrregues concentrades
q_h	kN/m ²	Pressió lateral del reomplert sobre el tub
q_{ht}	kN/m ²	Reacció màxima lateral del sòl a l'altura del centre del tub
q_v	kN/m ²	Pressió vertical del reomplert sobre el tub
S_{sh}	N/mm ²	Rigidesa horitzontal del reomplert fins la clau del tub
S_t	N/mm ²	Rigidesa del tub
V_{ts}	-	Coefficient de rigidesa del sistema tub-terreny
2α	°	Angle de recolzament previst
β	°	Angle d'inclinació de les parets de la rasa
γ	kN/m ³	Pes específic del material de reomplert
γ_t	kN/m ³	Pes específic del material del tub
δ	-	Coefficient de reacció del reomplert del llit del tub

δ_v	%	Deformació relativa
ΔD_v	mm	Deformació vertical del diàmetre del tub
φ	-	Coefficient d'impacte
ξ	-	Factor de correcció
ρ'	°	Angle de fregament del reomplert amb les parets de la rasa
ρ	°	Angle de fregament intern
σ_t	N/mm ²	Esforç tangencial de disseny del tub a flexió-tracció
η_1	-	Coefficient de seguretat al aixafament

D.1.4 Dades de partida

Les dades de partida estan basades en el resultat dels càlculs de l'apartat C.3 Dimensionament dels col·lectors primaris, havent obtingut un diàmetre del tub de PVC de 150 mm; i d'acord amb l'apartat 3.1 de l'informe UNE 53331:1997 IN.

Material del tub: PVC

Diàmetre nominal, $D_n = 0.15$ m

Espessor del tub $e = 0.0042$ m

Radi mig del tub $r_m = \frac{D_n - e}{2} = 0.0729$ m

$\gamma_t = 14.6$ kN/m³

E_t (llarg termini) = 1750 N/mm²

σ_t (llarg termini) = 50 N/mm²

D.1.5 Condicions de la rasa

En aquest apartat es definirà una possible configuració de la rasa d'acord amb l'apartat 3.2 de l'informe UNE 53331:1997 IN. Si les comprovacions esdevenen correctes, s'optarà per

aquest tipus de rasa.

Instal·lació tipus 1, rasa mitjana, d'acord amb la figura 7.

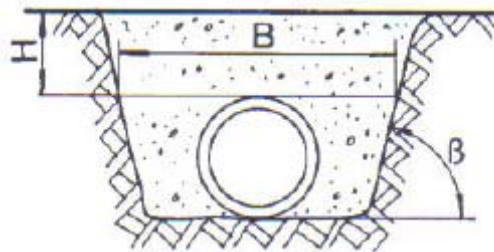


Figura 7. Tipus de rasa 1, rasa mitjana.

I adoptem, per als càlculs posteriors:

$H = 0.7$ m (0.3 m reomplert amb terra compactada i 0.4 m reomplert amb formigó HA-25).

$B = 0.6$ m

$\beta = 75^\circ$

D.1.6 Característiques del recolzament i relació de projecció

D'acord amb l'apartat 3.2.2 de l'informe UNE 53331:1997 IN, s'adopta el tipus de recolzament A. Aquest tipus de recolzament consisteix, essencialment, en un llit continu de material granular compactat sobre el que descansa el tub.

El llit de recolzament ha de tenir una compactació uniforme en tota la seva longitud i envoltar el tub segons l'angle de recolzament 2α previst (veure figura 8). La relació de projecció per aquest tipus de recolzament és $P_j = 1$.

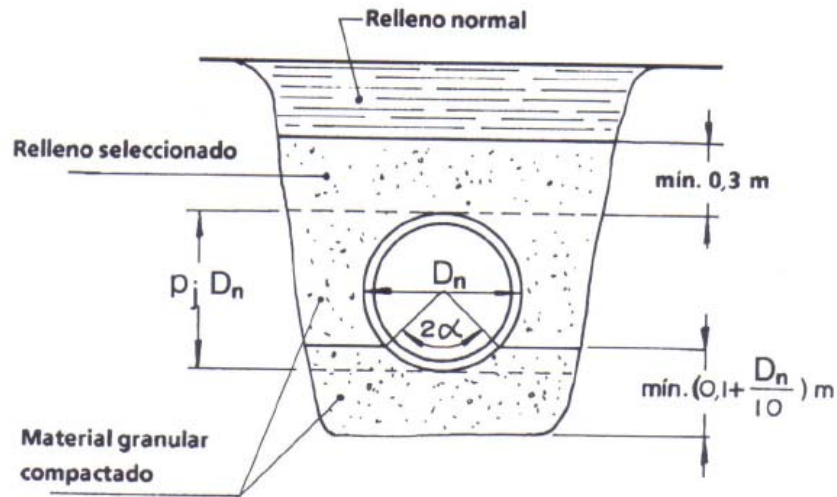


Figura 8. Esquema de recolzament tipus A.

Adoptem $2\alpha = 90^\circ$.

D.1.7 Reomplert de la rasa

Un cop col·locada la canonada i executades les unions, es procedirà al reomplert a ambdós costats del tub. El reomplert es farà per capes comprimides d'espessor no superior a 15 cm, mantenint constantment la mateixa altura a ambdós costats del tub, fins a arribar a la coronació d'aquest, la qual ha de veure's. El grau de compactació a obtenir serà el mateix que el del llit. Es cuidarà especialment que no quedin espais sense omplir sota el tub.

En una fase següent, es procedirà al reomplert de la rasa, fins a una altura de trenta centímetres per damunt de la coronació del tub, amb el material de reomplert seleccionat. Es comprimirà a amdos costats del tub i es deixarà sense compactar la zona central.

A partir del nivell aconseguit a la fase anterior, es procedirà el reomplert amb capes no superiors a 20 cm. Els 40 cm finals de la rasa, s'ompliran amb formigó HA-25.

D.1.8 Característiques dels sòls (terreny i reomplert)

Paràmetres del sòl (terreny):

D'acord amb l'informe, es consideren 4 grups de sòls. S'adopta el grup 3. S'inclouen en aquest grup les graves i sorres fangoses, on el percentatge de fi ($\emptyset \leq 0.06$ mm) està entre el 15% i el 40%.

Paràmetres del material de reomplert:

$$\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$$

Grup 2. Graves i sorres poc fangoses, on el percentatge de fi ($\emptyset \leq 0.06$ mm) està entre el 5% i el 15%.

Per obtenir l'angle de fregament intern utilitzarem la taula 8, i considerant tipus de sòl 2.

Grup de sòl	Angle de fregament intern, ρ
1	35°
2	30°
3	25°
4	20°

Taula 8. Valors de l'angle de fregament intern del reomplert.

Prendrem $\rho' = \rho = 30^\circ$, ja que el reomplert de la rasa serà compactat per capes a tota l'altura de la rasa.

Per determinar els coeficients d'empenta lateral de les terres de reomplert es prendran els valors indicats a la taula 9.

Grup de sòl	K_1	K_2
1	0.5	0.4
2		0.3
3		0.2
4		0.1

Taula 9. Coeficient d'empenta lateral de les terres de reomplert.

Prenem $K_1 = 0.5$ i $K_2 = 0.3$.

Per el càlcul de les càrregues de les terres, és necessari conèixer els mòduls de compressió del reomplert al voltant del tub, per damunt del mateix, a les parets i al fons de la rasa (veure figura 9).

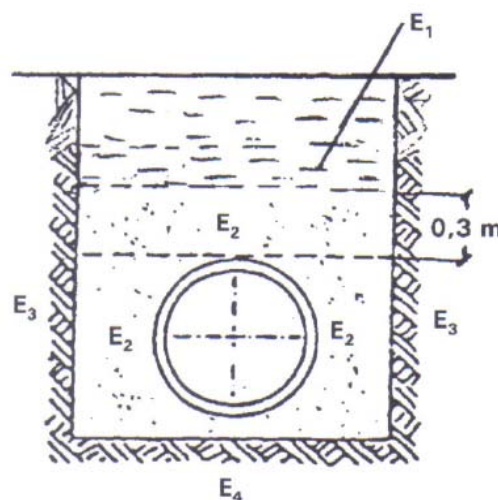


Figura 9. Mòduls de compressió a les diferents zones del reomplert.

Els mòduls de compressió s'obtidran de la taula 10, segons el grau de compactació especificat per el reomplert i segons el tipus de sòl.

Si no es coneixen els valors de E_3 i E_4 , es prendrà $E_3 = E_2$ i E_4 de la taula 10, per una compactació proctor normal del 100 %.

Grup de sòl	Mòdul de compressió E (N/mm ²)					
	Compactació proctor normal en %					
	85	90	92	95	97	100
1	2.5	6	9	16	23	40
2	1.2	3	4	8	11	20
3	0.8	2	3	5	8	14
4	0.6	1.5	2	4	6	10

Taula 10. Mòduls de compressió en funció del tipus de sòl i de la compactació del terreny.

Considerant una compactació proctor normal del 95%, obtenim de la taula $E_2 = E_3 = 8$ N/mm² i $E_4 = 20$ N/mm².

Pel que fa a E_1 , es prendrà $E_1 = 35\,000$ N/mm², ja que el material de reomplert en aquesta zona serà formigó HA-25.

D.1.9 Característiques de les sobrecàrregues concentrades

Es consideren càrregues concentrades les originades, principalment, per les càrregues de tràfic puntuals, localitzades a les rodes.

L'aeronau de major pes que circularà per damunt d'aquesta rasa serà un Boeing 737-800, de 92 tones de pes, repartit en 3 punts de recolzament. Es pot estimar que la màxima càrrega per recolzament serà de 40 tones. Per tant, adoptem $P_c = 400$ kN.

Per determinar el coeficient d'impacte, utilitzarem la taula 11, suposant un paviment normal.

Tipus de tràfic	Coeficient d'impacte φ	
	Paviment normal	Paviment irregular
Tràfic lleuger ≤ 12 tones	1.50	1.85
12 t < tràfic mitjà < 39 t	1.40	1.75
Tràfic pesat ≥ 39 t	1.20	1.50

Taula 11. Coeficient d'impacte per sobrecàrregues mòbils.

Prenem $\varphi = 1.20$

D.1.10 Determinació de la pressió vertical de les terres

Per determinar la pressió vertical sobre el tub degut a la càrrega de les terres, utilitzarem l'equació 2.

$$q_v = m \cdot C_z \cdot \gamma \cdot H \quad (\text{Eq. 6})$$

H és segons es defineix a l'apartat C.1.5; $H = 0.7$ m

γ és segons es defineix a l'apartat C.1.8; $\gamma = 20$ kN/m³

C_z es calcula mitjançant les equacions següents:

$$C_z = 1 - \frac{1 - C_{z90}}{90} \beta \quad (\text{Eq. 7})$$

$$C_{z90} = \frac{1 - e^{-2 \cdot (H/B) \cdot K_1 \cdot \text{tg} \rho'}}{2 \cdot (H/B) \cdot K_1 \cdot \text{tg} \rho'} \quad (\text{Eq. 8})$$

On e és la base del logaritme neperià ($e = 2.718$); $H/B = 0.7/0.6 = 1.16$ (definita a l'apartat C.1.5); $K_1 = 0.5$ i $\rho' = 30^\circ$ (definita a l'apartat C.1.8); i $\beta = 75^\circ$ (definida a l'apartat D.1.5).

Operant, obtenim de l'equació 8 $C_{z90} = 0.686$; i posteriorment de l'equació x $C_z = 0.738$.

m és el factor de concentració de la pressió vertical, ja que degut a les diferents deformacions del tub i de les terres que el rodegen, la càrrega vertical sobre el tub pot ser major o menor que la suportada per les terres que el rodegen; i ve donat per l'equació següent:

$$m = \frac{m_1 - 1}{3} \frac{B}{D_n} + \frac{4 - m_1}{3} \quad (\text{Eq. 9})$$

m_1 es calcula mitjançant les següents equacions:

$$m_1 = \frac{m_m V_s + \frac{(m_m - 1)m_0 V_0}{1 - m_0}}{V_s + \frac{(m_m - 1)V_0}{1 - m_0}} \quad (\text{Eq. 10})$$

on

$$m_0 = \frac{4K_2}{3 + K_2} \quad (\text{Eq. 11})$$

$$V_0 = \frac{(1 - K_2)P_j}{P_j - 0.25} \quad (\text{Eq. 12})$$

on

K_2 és segons es defineix a l'apartat D.1.8; $K_2 = 0.3$

$P_j = 1$, definida a l'apartat D.1.6

Obtenint de les equacions 11 i 12 $m_0 = 0.364$ i $V_0 = 0.933$.

$$m_m = 1 + \frac{\frac{H}{D_n}}{\frac{3.5}{P_j} + \frac{2.2E_1}{E_4(P_j - 0.25)} + \frac{H}{D_n} \left[\frac{0.62}{P_j} + \frac{1.6E_1}{E_4(P_j - 0.25)} \right]} \quad (\text{Eq. 13})$$

Obtenint de l'equació 13 $m_m = 1.0002$

$$V_s = \frac{S_t P_j}{|C_v| E_2} \quad (\text{Eq. 14})$$

on

S_t és la rigidesa del tub a curt o a llarg termini, en N/mm^2 , donada per l'equació 15.

$$S_t = \frac{E_t}{12} \left(\frac{e}{r_m} \right)^3 \quad (\text{Eq. 15})$$

Obtenint $S_t = 0.02789 \text{ N/mm}^2$

$|C_v|$ és el valor absolut del coeficient de deformació vertical del tub, donat per l'equació 16.

$$|C_v| = C_{v1} + C_{v2} \delta \quad (\text{Eq. 16})$$

On

C_{v1} és el factor de deformació vertical degut a q_v (d'acord amb la taula x)

C_{v2} és el factor de deformació vertical degut a q_{ht} (d'acord amb la taula x)

δ és el coeficient de reacció del reomplert del llit del tub, donat per l'equació 17.

$$\delta = \frac{C_{h1}}{V_{ts} - C_{h2}} \quad (\text{Eq. 17})$$

On

C_{h1} és el factor de deformació horitzontal degut a q_v (veure taula x)

C_{h2} és el factor de deformació horitzontal degut a q_{ht} (veure taula 12).

V_{ts} és el coeficient de rigidesa del sistema tub-sòl i té per expressió l'equació 18.

$$V_{ts} = \frac{S_t}{S_{sh}} \tag{Eq. 18}$$

On

S_{sh} és la rigidesa horitzontal del reomplert fins la clau del tub, donada per l'equació 19.

$$S_{sh} = 0.6 \cdot \xi \cdot E_2 \tag{Eq. 19}$$

On

ξ és el factor de correcció calculat per l'equació 20.

$$\xi = \frac{1.662 + 0.639 \left(\frac{B}{D_n} - 1 \right)}{\left(\frac{B}{D_n} - 1 \right) + \left[1.662 - 0.361 \left(\frac{B}{D_n} - 1 \right) \right] \frac{E_2}{E_3}} \tag{Eq. 20}$$

On

E_1 , E_2 , E_3 i E_4 són els mòduls de compressió en les diferents zones del reomplert i de la rasa.

Ángulo de apoyo 2α (en grados)	C_{v1}	C_{h1}	C_{v2}	C_{h2}
60	-0,1053	+ 0,1026	+ 0,0640	-0,0658
90	-0,0966	+ 0,0956	+ 0,0640	-0,0658
120	-0,0893	+ 0,0891	+ 0,0640	-0,0658
180	-0,0833	+ 0,0833	+ 0,0640	-0,0658

Taula 12. Factors de deformació.

De la taula 12 i per $2\alpha = 90^\circ$, n'extraiem:

$$C_{v1} = -0.0966,$$

$$C_{h1} = +0.0956,$$

$$C_{v2} = +0.0640$$

$$C_{h2} = -0.0658$$

De l'equació 20, obtenim $\xi = 1$

De l'equació 19, obtenim $S_{sh} = 4.8 \text{ N/mm}^2$

De l'equació 18, obtenim $V_{ts} = 0.00581$

De l'equació 17, obtenim $\delta = 1.335$

De l'equació 16, obtenim $|C_v| = 0.01116$

De l'equació 14, obtenim $V_s = 0.3124$

De l'equació 10, obtenim $m_1 = 0.8635$

Obtenint de l'equació 9, $m = 0.9545$

I finalment obtenim de l'equació 6, $q_v = 5.102 \text{ kN/m}^2$, que és la pressió vertical sobre el tub degut a la càrrega de les terres.

D.1.11 Altura equivalent de terres

La conducció estudiada aquí estarà instal·lada sota un gruix de formigó de 40 cm. És per aquest fet que l'altura de les terres que s'utilitzarà per determinar la pressió vertical sobre el tub degut a les sobrecàrregues, es majorarà segons la següent equació:

$$H_e = H + \frac{0.9}{\sqrt[3]{E_1}} \cdot h \cdot \sqrt[3]{E_f} \quad (\text{Eq. 21})$$

On h és el gruix de la capa de formigó que es construirà damunt la rasa i E_f és el mòdul de compressió de la capa de pavimentació, d'acord amb la taula 13.

Tipus de material	E_f (N/mm ²)	E_f és funció de
Terra - ciment	50 – 2 000	Tipus de terra i finura
Grava - ciment	1 000 – 15 000	Tipus de terra i finura
Graveta compactada	100 – 900	Grau de compactació
Escòries compactades	80 – 250	Grau de compactació
Aglomerat asfàltic	6 000 – 20 000	Composició, temperatura
Emulsió asfàltica	400 – 4 000	Temperatura
Formigó pobre	15 000	-
Lloses de formigó	21 000 – 35 000	Qualitat del formigó

Taula 13. Mòdul de compressió E_f d'alguns materials de pavimentació.

L'altura de la llosa de formigó en el punt més desfavorable serà $h = 0.28$ m i $E_f = 25\,000$ N/mm² (adoptem un valor baix). Prenent $H = 0.3$ m i $E_1 = 8$ N/mm², obtenim de l'equació 21 $H_e = 4.51$ m

D.1.12 Determinació de la pressió lateral de les terres

La pressió lateral de les terres es compon de la pressió q_h conseqüència de la pressió vertical de terres i de la reacció lateral del terreny q_{ht} deguda a la deformació del tub.

Per la determinació de la pressió lateral de les terres, q_h , i de la reacció lateral, q_{ht} , s'utilitzen les equacions 22 i 23.

$$q_h = n \cdot K_2 \cdot C_z \cdot \gamma \cdot H \quad (\text{Eq. 22})$$

$$q_{ht} = \delta(q_v - q_h) \quad (\text{Eq. 23})$$

On n és el factor de concentració de la pressió lateral del tub, i es calcula segons l'equació 24.

$$n = \frac{4 - m_1}{3} \quad (\text{Eq. 24})$$

De la qual s'obté $n = 1.0455$

De l'equació 22 obtenim $q_h = 1.677 \text{ kN/m}^2$, que és la pressió lateral del reomplert sobre el tub.

Finalment, de l'equació 23 obtenim $q_{ht} = 4.455 \text{ kN/m}^2$, que és la reacció màxima lateral del terreny a l'altura del centre del tub.

D.1.12 Determinació de la pressió vertical deguda a les sobrecàrregues

La pressió vertical sobre un tub enterrat degut a les sobrecàrregues concentrades es calcularà mitjançant la equació 25.

$$P_{vc} = P_c \cdot \varphi \cdot C_c \quad (\text{Eq. 25})$$

P_{vc} és la pressió vertical sobre el tub degut a les sobrecàrregues concentrades

P_c és el valor de la sobrecàrrega concentrada, estimat en $P_c = 400 \text{ kN}$

φ és el coeficient d'impacte per sobrecàrregues mòbils; $\varphi = 1.20$

C_c és el coeficient de càrrega per sobrecàrregues concentrades, donat per l'equació 26.

$$C_c = \frac{1}{D_n} - \frac{2}{\pi D_n} \left[\arcsin \left(2H_e \sqrt{\frac{X_1}{X_2 X_3}} \right) - \frac{2H_e D_n}{\sqrt{X_1}} \cdot \left(\frac{1}{X_2} + \frac{1}{X_3} \right) \right] + \frac{1}{H_e^2} \quad (\text{Eq. 26})$$

D_n és el diàmetre nominal del tub, en metres;

H_e és l'altura equivalent, calculada anteriorment; $H_e = 4.51$ m

$$X_1 = 4 H_e^2 + D_n^2 + 1; \quad (\text{Eq. 27})$$

$$X_2 = 4 H_e^2 + 1; \quad (\text{Eq. 28})$$

$$X_3 = 4 H_e^2 + D_n^2 \quad (\text{Eq. 29})$$

Operant, obtenim de les equacions 27, 28 i 29 $X_1 = 82.450$; $X_2 = 82.360$ i $X_3 = 81.450$

De l'equació 26, obtenim $C_c = 0.0708$

I finalment obtenim de l'equació 25, $P_{vc} = 33.981$ kN/m², que és la pressió vertical sobre el tub degut al pas d'una aeronau tipus Boeing 737-800.

D.1.13 Determinació de la pressió vertical total sobre el tub

És la suma de la pressió vertical de terres q_v , i la pressió vertical deguda a les sobrecàrregues P_{vc} , mostrada a l'equació 30.

$$q_{vt} = P_{vc} + q_v \quad (\text{Eq. 30})$$

$$q_{vt} = 33.981 + 5.102 = 39.083 \text{ kN/m}^2$$

D.1.14 Càlcul de la deformació del tub

Amb la distribució de càrregues a la perifèria del tub, es calcula la variació del diàmetre vertical ΔD_v , com a conseqüència de les càrregues externes, segons l'equació 31.

$$\Delta D_v = |C_v| \frac{q_{vt} - q_h}{S_t} \cdot 2 \cdot r_m \quad (\text{Eq. 31})$$

On S_t ha de venir expressada en kN/m^2 ; i obtenim $\Delta D_v = 2.18 \text{ mm}$

D'aquesta expressió se'n dedueix la deformació relativa a curt i/o llarg termini, en %, mostrada a l'equació 32.

$$\delta_v = \frac{\Delta D_v}{2 \cdot r_m} \cdot 100 \quad (\text{Eq. 32})$$

El valor admissible a llarg termini δ_v , ha de ser inferior al 5%.

Operem a l'equació 32, i obtenim $\delta_v = 1.49 \%$; valor vàlid ja que compleix amb el requisit de deformació inferior al 5%

D.1.15 Comprovació de l'estabilitat dimensional. Càlcul de la pressió crítica de col·lapsat

Quan els tubs de material plàstic estan sotmesos a la càrrega crítica, es produeix un aixafament de la seva generatriu superior.

La comprovació de l'estabilitat dimensional serveix per determinar el marge de seguretat entre la càrrega crítica i la càrrega realment existent.

La pressió d'aixafament crítica (crit q_{vt}) es calcula, a curt i/o llarg termini, segons l'equació 33.

$$\text{crit } q_{vt} = 2\sqrt{S_t \cdot S_{sh}} \quad (\text{Eq. 33})$$

on S_t i S_{sh} són valors ja definits anteriorment.

Operant a l'equació 33, obtenim $\text{crit } q_{vt} = 842,16 \text{ kN/m}^2$

El coeficient de seguretat al aixafament és el mostrat a l'equació 34.

$$\eta_1 = \frac{\text{crit}q_{vt}}{q_{vt}} \quad (\text{Eq. 34})$$

El valor del coeficient de seguretat η_1 no ha de ser inferior a 2.5.

$\eta_1 = 842.16 / 39.083 = 21.54$; valor del tot satisfactori.

D.2 Dimensionament de la fossa per als dipòsits

En el present apartat es detallen els càlculs per el dimensionament de la fossa enterrada de formigó armat que contindrà els dos dipòsits.

D.2.1 Introducció

El càlcul rigorós dels esforços corresponents a una fossa de planta rectangular constitueix un problema complex i difícil d'abordar. A la pràctica s'utilitzen, generalment, mètodes de càlcul simplificats.

És per això que la fossa s'ha dimensionat seguint el mètode de càlcul de dipòsits de Jiménez Montoya et al. (2000), però suposant la fossa com un dipòsit buit.

D.2.2 Consideracions inicials

En el mètode descrit per Jiménez Montoya et al. (2000), les hipòtesis de càrrega que es consideren a l'hora de dimensionar dipòsits enterrats són: empenta de les terres amb el dipòsit buit; pressió hidrostàtica del líquid sense empenta de les terres; i altres sobrecàrregues amb el dipòsit buit. En el nostre cas, com és obvi, la pressió hidrostàtica del líquid sense empenta de les terres serà nul·la, ja que la fossa no contindrà líquids que empenyin les seves parets laterals. Si que seran d'aplicació, però, les hipòtesis primera i tercera, que a continuació es calcularan.

Per altre banda, les parets es calculen com a plaques planes encastades en 3 de les seves vores amb la vora superior lliure. Les accions a les que estan sotmeses les plaques es consideren càrregues triangulars a partir de les quals es determinaran els moments flectors i les reaccions. En el nostre cas, es construirà una coberta amb plaques alveolars recolzades a les parets de la fossa, que en el pitjor dels casos disminuiran l'acció de l'empenta de les terres, ja que actuaran en sentit contrari a aquestes, i no alteraran el comportament de l'estructura.

Les càrregues que actuen a la solera són més difícils d'obtenir degut a la naturalesa del terreny de fonamentació. Es faran dues hipòtesis de càlcul, una suposant els dipòsits buits i

l'altre suposant els dipòsits plens.

El gruix de les parets (e) serà uniforme i es pot adoptar un valor de $e = 0.1h$, no sent mai inferior a 0,2 m, i on h és la profunditat de la fossa. El gruix de la solera (e') no ha de ser mai inferior al gruix de la paret (e).

Un cop determinats els esforços en les plaques es procedirà a dimensionar les armadures. Per facilitar els càlculs es determinaran de manera independent les armadures que treballen a flexió i les armadures que treballen a tracció.

D.2.3 Disseny de la fossa

Per el disseny de la fossa és necessari tenir en compte varis factors.

En primer lloc, la fossa haurà de tenir la suficient profunditat per tal de que els residus arribin al dipòsit per gravetat. Això significa que la part superior (entrada) del dipòsit de residus haurà de coincidir amb la cota inferior del tub de PVC en aquest mateix punt (-3.65 metres sota el nivell del terreny menys 0,15 metres de diàmetre del tub). Els residus arribaran al dipòsit a una cota final de -3,80 metres. Coneixent l'altura del dipòsit (3 metres) s'adopta una profunditat interior de la fossa de 7,5 metres respecte el terreny circumdant, disposant de més de mig metre de marge de seguretat, en el cas de que les canonades no es col·loquessin exactament amb el pendent indicat.

La planta serà rectangular i de dimensions tals que permeti la cabuda dels dos dipòsits, deixant les separacions corresponents que indica la normativa vigent entre els dipòsits i els murs laterals, i entre dipòsits.

Així, coneixent la longitud dels dipòsits (5 metres per al de glicol i 8 metres per el de residus), i guardant 1.5 metres entre dipòsits i murs i 2 metres entre dipòsits, obtenim una longitud interior de la fossa de 18 metres. Pel que fa a l'amplada de la fossa, es deixaran 2 metres a cada costat del dipòsit més ample (3 metres) per tal de poder moure's amb facilitat per l'interior de la fossa, obtenint una amplada interior de la fossa de 7 metres.

Així doncs, adoptem per als càlculs posteriors $h = 7.5$ m, $a = 7$ m, $b = 18$ m i $e = e' = 0.5$ m.

El tipus de formigó utilitzat serà HA-30/B/20/IIa.

El mòdul de deformació longitudinal del formigó $E = 8500\sqrt{f_{ck} + 8} = 28576.79 \text{ N/mm}^2$.

Les barres d'acer seran del tipus B-400S i diàmetres 10, 12, 14, 16, 20 o 25 mm.

El pes propi de l'estructura es considerarà de 2500 Kg/m^3 .

D.2.4 Determinació dels moments flectors

A la taula 14 s'indiquen els esforços per unitat de longitud i la fletxa màxima corresponents a les plaques laterals d'una fossa de base rectangular, en funció de l'empenta del terreny ($q=1/3 \cdot h \cdot \delta 1$, on $\delta 1$ és el pes específic del terreny normalment 18 KN/m^3).

$$\text{Moments (p.u.l.)} \quad m = \alpha \cdot q \cdot h^2 \quad (\text{Eq. 35})$$

$$\text{Tallants (p.u.l.)} \quad v = \alpha \cdot q \cdot h \quad (\text{Eq. 36})$$

$$\text{Fletxa màxima} \quad f_{\text{màx}} = \frac{\alpha \cdot q \cdot h^4}{(E \cdot e^3)} \quad (\text{Eq. 37})$$

Esforços i fletxes	Valors d' α per h/a o h/b							
	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
m_{ve}	0,137	0,115	0,092	0,073	0,057	0,46	0,039	0,035
m_{vm}	-0,009	0,003	0,008	0,012	0,013	0,013	0,011	0,010
m_{he}	0,060	0,054	0,050	0,046	0,042	0,038	0,034	0,030
m_{hm}	0,027	0,030	0,028	0,023	0,019	0,017	0,015	0,013
$v_{\text{màx}}$	0,470	0,450	0,430	0,415	0,375	0,340	0,320	0,295
$f_{\text{màx}}$	0,246	0,137	0,083	0,052	0,030	0,020	0,014	0,010

Taula 14. Esforços que actuen a la secció més desfavorable d'una paret per unitat de longitud. (Jiménez Montoya et al., 2000).

Els subíndex indiquen: v, armadura vertical; h, armadura horitzontal; e, encastament; m, moment màxim del ventall; i, inferior; s, superior. Els termes a i b es refereixen a la longitud de cada paret.

En el nostre cas, $h/a = 1$, $h/b = 0.4$ i $q = 45 \text{ KN/m}^2$, i de la taula 14 i mitjançant les equacions 35, 36 i 37, obtenim:

A la paret a:

$$m_{ve} = 88.59 \text{ KN}$$

$$m_{vm} = 25.31 \text{ KN}$$

$$m_{he} = 75.94 \text{ KN}$$

$$m_{hm} = 32.91 \text{ KN}$$

$$v_{m\grave{a}x} = 99.56 \text{ KN/m}$$

$$f_{m\grave{a}x} = 0.78 \text{ mm}$$

A la paret b:

$$m_{ve} = 291.09 \text{ KN}$$

$$m_{vm} = 7.59 \text{ KN}$$

$$m_{he} = 136.68 \text{ KN}$$

$$m_{hm} = 75.93 \text{ KN}$$

$$v_{m\grave{a}x} = 151.87 \text{ KN/m}$$

$$f_{m\grave{a}x} = 10.66 \text{ mm}$$

Les armadures inferiors de la placa de fons (solera), poden determinar-se a partir dels moments unitaris originats per l'empenta del terreny, més les originades pel pes propi de la fosa, sense tenir en compte el pes de la solera. Si no es tenen en compte les juntes de dilatació de la solera, els moments flectors deguts al pes propi es poden avaluar segons les equacions 38 i 39.

$$m_{aei} = 0,1 \cdot p \cdot (a + b); \quad (\text{Eq. 38})$$

$$m_{bei} = 0,1 \cdot p \cdot (a + b) \cdot \frac{a}{b}; \quad (a \leq b) \quad (\text{Eq. 39})$$

On:

p: pes propi de la paret; en el nostre cas $p = 7500 \text{ Kg/m}$.

De les equacions 38 i 39 obtenim:

$$m_{aei} = 18.75 \text{ KN} \text{ i } m_{bei} = 7.29 \text{ KN}$$

A partir dels moments trobats es determina l'armadura que s'ha de col·locar a la part inferior de la placa de fons, que si no suposa un excés de material es pot estendre per tota la placa, en cas de que sigui un excés omplir tota la placa amb aquesta armadura es pot col·locar la quantia mínima per les zones que han de suportar menys esforços.

Les armadures superiors de la placa de fons es poden determinar a partir dels mateixos moment (m_{ve}) de les parets adjacents, ja que els moments en vertical de la paret en l'encastament, s'ha d'equilibrar amb el moment en l'encastament de la placa de fons:

$$m_{bes} = m_{ve} \quad (\text{Eq. 40})$$

$$m_{aes} = m_{ve} \quad (\text{Eq. 41})$$

Per tant, de les equacions 40 i 41 n'obtenim $m_{bes} = 291.09 \text{ KN}$ i $m_{aes} = 88.59 \text{ KN}$.

A les armadures calculades a flexió cal sumar-hi les armadures necessàries per els esforços a tracció. En l'apartat C.2.5 s'exposa el mètode de càlcul dels esforços a tracció i la determinació de les armadures que treballen a tracció.

D.2.5 Determinació dels esforços a tracció

En el mètode descrit per Jiménez Montoya et al. (2000), els esforços a tracció que s'originen a les parets i al fons del dipòsit són els deguts a la pressió hidrostàtica. En el nostre cas, al no retenir cap líquid les parets de la fossa, els esforços a tracció es consideraran nuls.

D.2.6 Comprovació de l'esforç tallant

Generalment els dipòsits (o fossa en aquest cas) es dimensionen sense armadura transversal. La comprovació de l'esforç tallant s'efectua segons EHE 98, mitjançant la condició per a elements superficials sense armadura transversal (apartat 19.6-2):

$$v_d = \gamma_f \cdot v_{\max} \leq v_u = 0,12 \left(1 + \sqrt{\frac{200}{d}} \right) \cdot \sqrt[3]{100 \cdot \rho \cdot f_{ck}} \cdot d \quad (\text{Eq. 42})$$

On:

v_d : tallant majorat (en N);

γ_f : coeficient de majoració dels esforços;

v_u : esforç tallant d'esgotament a l'ànima.

v_{\max} : tallant màxim de la paret (en N);

d : cantell útil (en mm);

ρ : quantia geomètrica de l'armadura longitudinal;

f_{ck} : resistència característica del formigó (N/mm²).

D.2.7 Comprovació a la fissuració

La comprovació a la fissuració constitueix el principal problema del càlcul de parets d'una fossa. Actualment es fa servir el mètode de càlcul de l'estat límit d'obertura de fissures per el càlcul de les armadures. Per evitar una fissuració incompatible amb el servei i la durabilitat de la fossa les armadures s'han d'escollir i disposar-se de manera que, sota l'acció dels moments flectors l'amplada màxima de la fissura no sobrepassi el valor límit admès, per tal d'impedir que l'aigua present a les terres circumdants pugui entrar a l'interior de la fossa.

En el nostre cas, el límit màxim de l'amplada de fissura (w_{\max}) es pot considerar 0,1 mm.

A continuació es mostra el mètode de càlcul utilitzat per determinar l'armadura. Consisteix en determinar independentment les armadures que treballen a flexió i les armadures que treballen a tracció i posteriorment sumar-les.

D.2.8 Determinació de l'armadura de flexió necessària per condicions de fissuració

Es comença per determinar el mòdul de fissuració k , amb l'expressió de l'equació 43.

$$k = \frac{0,6 \cdot m}{(1,39 - e) \cdot e^2 \cdot 10^4} \quad (\text{Eq. 43})$$

On:

m : moment unitari de servei (en kNm/m);

e : gruix de la paret (en m).

Amb el valor de k i el diàmetre de barra escollit entrar en el gràfic de la figura 10 i determinar la separació s entre barres.

El gràfic està preparat per dipòsits amb les següents característiques materials:

Resistència característica del formigó: $f_{ck} \geq 25 \text{ kN/mm}^2$

Tipus d'acer: B 400 S

Gruix de la paret: $0,20 \leq e \leq 0,60$

Quantia geomètrica d'armadura respecte a la secció total del formigó: $0,0025 \leq \rho \leq 0,010$

Recobriment lliure de l'armadura principal: $c = 47 \text{ mm}$

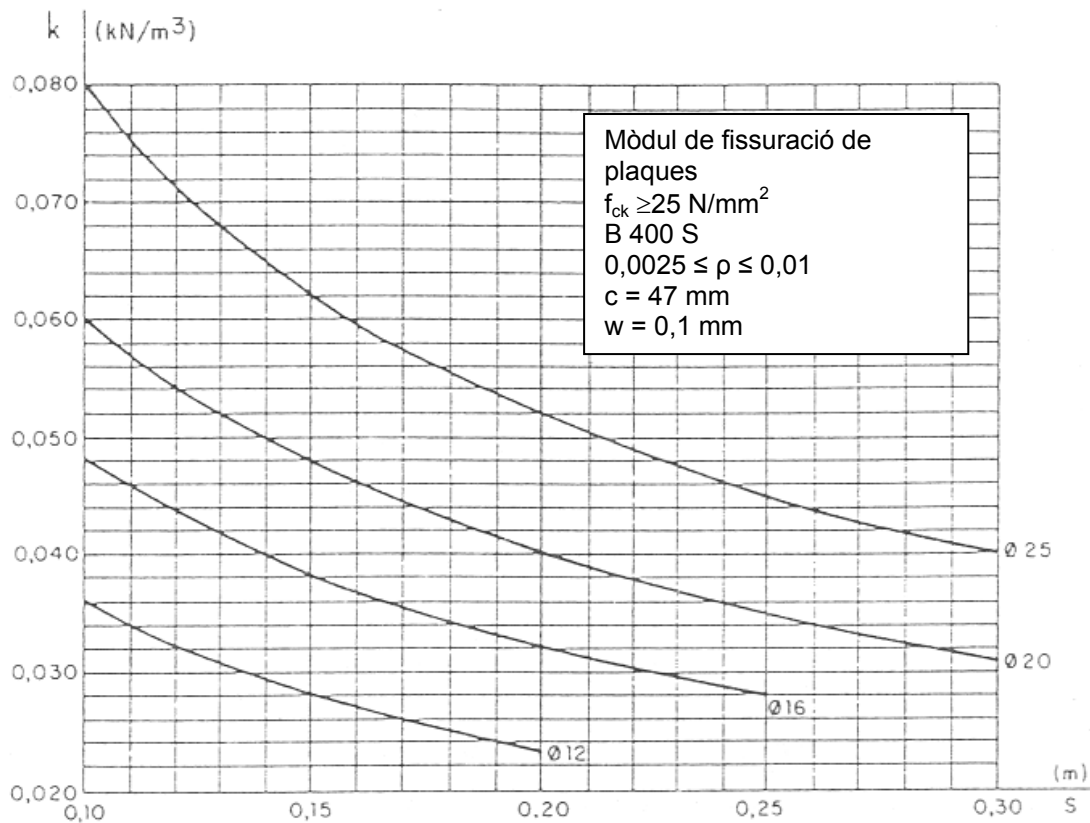


Figura 10. Separació entre barres segons diàmetre de la barra i el mòdul de fissuració k. (Jiménez Montoya et al., 2000).

D.2.9 Determinació de les armadures a tracció simple

Aquestes són les armadures que corresponen a la tracció simple originada a les plaques per l'empenta de l'aigua, en cas de contenir-ne. Com hem mencionat anteriorment, en el nostre cas aquesta acció es considera nul·la i l'armadura a col·locar serà la mínima d'acord amb les quanties mínimes exigides.

D.2.10 Comprovació a la ruptura

La comprovació a la ruptura s'efectua de la següent manera:

$$\omega = \frac{A}{b \cdot d} \cdot \frac{f_{yd}}{f_{cd}}; \quad (\text{Eq. 44})$$

$$\mu = \omega \cdot (1 - 0,6 \cdot \omega); \quad (\text{Eq. 45})$$

$$m_u = \mu \cdot b \cdot d^2 \cdot f_{cd}; \quad (\text{Eq. 46})$$

$$\gamma_f \leq \frac{m_u}{m} \quad (\text{Eq. 47})$$

On:

ω : quantia mecànica de la secció;

f_{yd}/f_{cd} : compatibilitat de deformacions;

f_{yd} : resistència característica de l'acer majorada amb un coeficient de majoració $\gamma_s=1,15$;

f_{cd} : resistència característica de formigó majorada amb un coeficient de majoració $\gamma_c=1,5$;

γ_f : coeficient de seguretat a flexió = 1,5;

m : moment màxim.

D.2.11 Organització de les armadures i quanties mínimes d'armadura

Es poden utilitzar malles electrosoldades o barres corrugades de diàmetres 12, 16, 20 i 25 mm, amb una separació s no superior al gruix de la placa, ni superior a 15 vegades el diàmetre de l'armadura. En la figura 11 es mostra l'esquema de la disposició de les armadures.

Les quanties geomètriques de les armadures, tan verticals com horitzontals, han de tenir un valor mínim per prevenir possibles fissures degudes a la retracció i les variacions de temperatura. Per un valor de $w = 0,1$ mm és convenient una quantia mínima $\rho_{\min} = 0,0020$; la qual cosa dona lloc a:

Armadura mínima a les parets i al fons: $0.002 \times 100 \times 50 = 10 \text{ cm}^2/\text{m} \rightarrow \text{Ø}16$ cada 20 cm

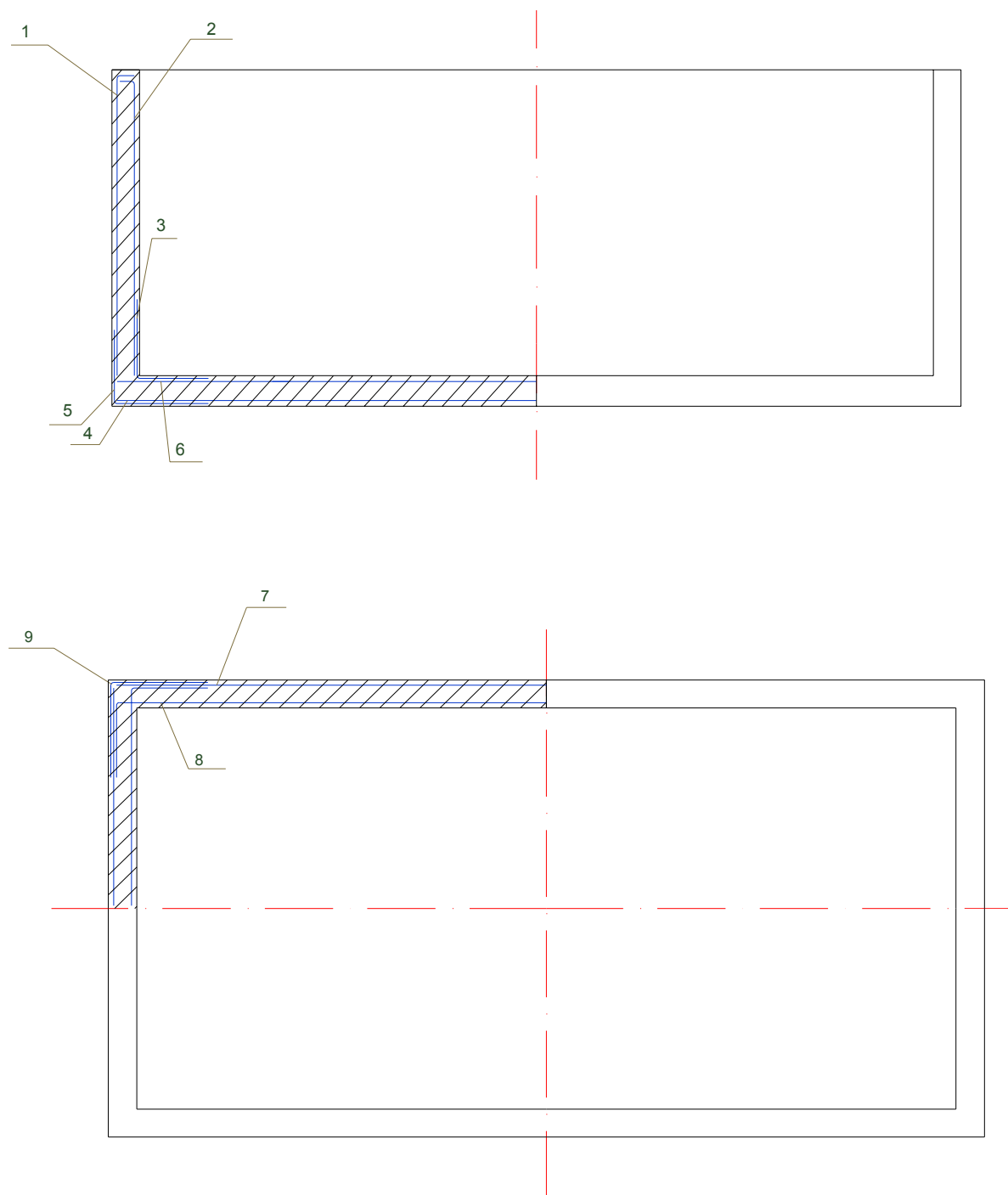


Figura 11. Esquema de la disposició de les armadures d'una fossa rectangular

D.2.12 Resultats

A continuació s'exposa a la taula 15 els resultats calculats segons el mètode descrit i amb una disposició de l'armadura d'acord amb l'esquema de la figura 11.

Dimensions:

Material:

Coeficients seguretat:

a = 7 m

acer: B400S

 $\gamma_s = 1,15$

b = 18 m

formigó: $f_{ck} = 25\text{N/mm}^2$ $\gamma_c = 1,5$

h = 7.5 m

 $\gamma_f = 1,5$

e = e' = 0.5 m

w = 0,1 mm

Placa	Tipus armadura (fig. 6)	Moment de servei (kNm/m)	Per fissuració Armadura total		
			k	A (cm ²)	Ø - s (mm)-(cm)
Paret major b	1	$m_{vm} = 7.59$	0,002	Min	Ø16-20
Paret major b	2	-	-	Min	Ø16-20
Paret major b	3	$m_{ve} = 291.09$	0,078	30.68	Ø25-11
Fons 18x7 // b	4	$m_{bei} = 7.29$	0,002	Min	Ø16-20
Fons 18x7 // b	5	solapament	-	-	Ø16-20
Fons 18x7 // b	6	$m_{aes} = 88.59$	0.024	Min	Ø16-20
Paret major b	7	$m_{hm} = 75.93$	0.020	Min	Ø16-20
Paret major b	8	$m_{he} = 136.68$	0,037	13.40	Ø16-15
Paret major b	9	Reforç	-	-	Ø16-15
Paret menor a	1	$m_{vm} = 25.31$	0,007	Min	Ø16-20
Paret menor a	2	-	-	Min	Ø16-20
Paret menor a	3	$m_{ve} = 88.59$	0.024	Min	Ø16-20
Fons 18x7 // a	4	$m_{aei} = 18.75$	0,005	Min	Ø16-20

Fons 18x7 // a	5	Solapament	-	-	Ø16-20
Fons 18x7 // a	6	$m_{bes} = 291.09$	0,078	30.68	Ø25-11
Paret menor a	7	$m_{hm} = 32.91$	0.009	Min	Ø16-20
Paret menor a	8	$m_{he} = 75.94$	0.020	Min	Ø16-20
Paret menor a	9	Reforç	-	-	Ø16-20

Taula 15. Resultats

Àrea mínima en paret i solera = 10 cm²/m

D.2.13 Comprovacions

A tallant:

Es comprova si l'espessor de la paret és suficient per resistir els esforços tallants, sense armadura transversal.

El tallant màxim es produeix a la paret b i té un valor $v_{m\grave{a}x} = 151.87$ KN/m, obtingut a l'apartat D.2.3.

Per altra banda, considerant una quantia $\rho_{m\grave{a}n} = 0,0020$, amb un cantell útil $d = e - 0.047 - \text{Ø}/2 = 0.445$ m (suposant Ø = 16 mm) i un coeficient de seguretat $\gamma_f = 1,5$, s'obté, mitjançant l'equació 42:

$v_u = 232,84$ N/mm = 232,84 kN/m; amb la qual cosa resulta:

$$\frac{v_u}{v_{m\grave{a}x}} = \frac{232,84}{151.87} = 1,53 \geq 1,50 = \gamma_f; \text{ que és satisfactori.}$$

A ruptura:

El moment màxim es produeix a la paret b i té un valor $m_{m\grave{a}x} = 291.09$ kN·m

D'acord amb el mètode descrit a l'apartat D.2.10, obtenim de l'equació 44:

$$\omega = \frac{30,68}{100 \times 44,5} \frac{400}{\frac{1,15}{25}} = 0,144; \text{ de l'equació 45 obtenim:}$$

$$\mu = 0,144 \cdot (1 - 0,6 \cdot 0,144) = 0,132; \text{ de l'equació 46 obtenim:}$$

$$m_u = 0,132 \cdot 1000 \cdot 445^2 \cdot \frac{25}{1,5} = 435.655.000 \text{ Nmm} = 435,65 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$\frac{m_u}{m_{\max}} = \frac{435,65}{291,09} = 1,50 \geq 1,50 = \gamma_f; \text{ que és satisfactori}$$

E PLA D'OBRES

E.1 Introducció

Per realitzar un seguiment continu de l'obra a executar, s'ha confeccionat el quadre de Programa de Desenvolupament dels Treballs, inclòs al present annex. Aquest programa o pla d'obres marca el temps total i els terminis parcials que s'han previst per el desenvolupament dels treballs corresponents, així com el camí crític proposat.

S'ha realitzat en forma de diagrama de GANTT, on es recullen els principals paràmetres de cada activitat.

E.2 Termini d'execució de les obres

El termini total previst per l'execució de les obres és de DOS I MIG (2.5) MESOS, contats a partir del dia d'inici de les obres, d'acord amb el programa de desenvolupament dels treballs inclòs en aquest annex.

Per tal de mantenir l'operativitat de l'aeroport, les partides que puguin afectar-la es podran realitzar en horari nocturn i/o festiu segons determini el Director d'Obra.

E.3 Programa de desenvolupament dels treballs

Nº	Activitat	Mesos								
		1			2			3		
1	Demolicions i desmuntatges	■								
2	Excavacions i moviment de terres	■	■							
3	Drenatge i separador hidrocarburs		■	■	■	■	■	■		
4	Estructura fossa			■	■	■		■	■	
5	Instal·lació dipòsits					■	■		■	
6	Plataforma serveis						■	■	■	
7	Conduccions aigua							■	■	
8	Seguretat i salut	■	■	■	■	■	■	■	■	■

F INFORME DE L'IMPACTE AMBIENTAL

En el present annex es detalla l'informe de l'impacte ambiental encarregat a l'empresa "Ambient S.A."

F.1 Objecte

El present document té per objectiu l'anàlisi del grau d'incidència de l'obra amb el medi ambient i dictaminar quin és el procediment més adequat d'actuació i la necessitat o no d'elaborar els corresponents documents d'estudis d'avaluació ambiental.

F.2 Descripció de l'obra

Les actuacions a realitzar a l'obra són les descrites al Document 1. Memòria. Memòria descriptiva, del present projecte.

F.3 Marc legal

L'avaluació de l'impacte ambiental es regeix actualment en l'àmbit nacional per el Real Decret Legislatiu 1302/1986, de 28 de Juny, d'avaluació de l'impacte ambiental.

En l'àmbit autonòmic, es regeix per el Decret 114/1988, d'avaluació de l'impacte ambiental, de la Generalitat de Catalunya.

F.4 Conclusions

A la vista de les característiques del projecte i de l'anàlisi del marc legal, s'obtenen les següents consideracions, que donaran lloc a les recomanacions finals.

Els projectes de construcció aeroportuària i les modificacions sobre aeroports ja executats o en funcionament estan contemplats de manera específica tant en la legislació estatal com en l'autonòmica. Per tant, a priori, qualsevol dels dos pot exigir la tramitació ambiental de les actuacions. La conveniència o no de sotmetre el projecte a avaluació ambiental dependrà

dels increments en les afectacions al medi ambient produïts per les seves fases d'obra i operació.

Les fases d'obra considerades donaran lloc a una activitat constructiva les afectacions de les quals no s'estimen suficientment significatives com per exigir una avaluació minuciosa dels seus impactes, per restringir el seu àmbit d'influència a l'interior del recinte aeroportuari.

No obstant, tot això no eximeix del compliment de les adequades mesures de protecció mediambiental, seguretat i salut i el compliment de la normativa vigent en quan als reglaments d'activitats molestes, insalubres, perilloses, gestió de residus, etc; que hauran d'estar recollits en la documentació final del projecte. Del seu estricte compliment se'n dependrà un desenvolupament respectuós de les obres amb el medi ambient i minimitzarà el seu impacte.

En quan al lloc de construcció, el projecte suposa un major aprofitament de les infraestructures aeroportuàries actuals, ja que terrenys ja inclosos en el sistema general aeroportuari són adaptats per aquests fins, suposant una millora en les condicions de gestió dels recursos aeroportuaris.

D'aquesta manera, el projecte no introduirà modificacions en les condicions d'operació de l'aeroport, ja que no altera els volums ni la tipologia dels tràfics d'aeronaus, ni per tant els efectes ambientals que potencialment s'associen a les seves operacions.

Així, la instal·lació de la plataforma de desgelament es realitza amb la finalitat d'incorporar un servei no existent a l'aeroport, la qual cosa mostra un impacte positiu del projecte sobre les condicions de funcionament de les infraestructures aeroportuàries, associat al fet de que es millora en termes de seguretat, qualitat i eficiència, els serveis encomanats a aquestes instal·lacions. A més, la instal·lació també s'utilitzarà per la neteja d'aeronaus, incorporant aquest aeroport un nou servei per facilitar a les aeronaus, i gestionant tots els residus generats d'aquesta operació de forma correcta.

Al mateix temps, l'impacte sobre la percepció visual del paisatge tampoc es pot considerar significatiu, donat que el projecte s'enquadra dins d'una infraestructura establerta i en funcionament.

De tot l'exposat se'n dedueix que la transformació que suposarà portar a terme el projecte sobre la configuració del sistema aeroportuari no pot ser considerada com una "modificació rellevant" de les recollides a la Llei 19/2000, per les que sí s'exigeix un estudi d'impacte ambiental.

Per tot això, no s'estima necessari el tràmit mediambiental específic per l'execució del projecte "Projecte de construcció d'una plataforma especial per el desgelament i neteja d'aeronaus a l'aeroport de Girona-Costa Brava".

No obstant això i només a efectes de la tramitació de l'avaluació de l'impacte ambiental del projecte, addicionalment es proposen les següents mesures protectores que contribuiran a minimitzar la possible afecció, durant la fase de construcció, al medi ambient. Aquestes mesures són les següents:

Per la gestió dels residus perillosos generats, tant durant la fase d'obra com d'explotació, es compliran tots els requisits imposats al Real Decret 952/97 sobre Residus Perillosos i la Llei 10/98 sobre Residus. Per la retirada d'aquests, es contactarà amb transportistes i gestors autoritzats per aquests tipus d'activitat, sol·licitant, abans de cada retirada, el Document d'acceptació del residu per part del gestor final del mateix.

Com a mesura preferent, en el cas de que una vegada realitzades les oportunes tasques de restauració paisatgística, es produís un volum sobrant final de terra vegetal, s'estudiarà la viabilitat de reutilització de les terres excedents en aquesta o altres obres de l'aeroport o pròximes a aquest, que requereixin aportació de terres. En el cas de no poder ser reutilitzades, hauran de ser convenientment transportades a l'abocador autoritzat.

G ESTUDI DE SEGURETAT I SALUT

En aquest annex s'inclou l'estudi de seguretat i salut realitzat per l'empresa "Seguretat&Salut S.A."

G.1 Objecte de l'estudi

Aquest estudi bàsic de seguretat i salut té per objectiu establir les previsions, respecte a prevenció de riscos d'accidents i malalties professionals, durant la construcció de l'obra, així com dels derivats dels treballs de reparació, conservació, entreteniment i manteniment. Es contemplen també les instal·lacions preceptives d'higiene i benestar dels treballadors.

En aquest estudi es donen unes directrius bàsiques d'acord amb el Real Decret 1627/1997, de 24 d'octubre, per el que s'implanta l'obligatorietat de la inclusió d'un estudi de seguretat i salut en els projectes d'edificació i d'obra pública.

G.2 Disposicions legals d'aplicació

Són d'obligat compliment les disposicions contingudes en:

Llei 31/1995, de 8 de Novembre, sobre Prevenció de Riscos Laborals (BOE nº269 del 10 de Novembre de 1995).

Real Decret 39/1997, de 17 de Gener, per el que s'aprova el Reglament dels Serveis de Prevenció (BOE nº27 del 31 de Gener de 1997).

Real Decret 1627/1997, de 24 d'octubre, per el que s'estableixen les disposicions mínimes de Seguretat i Salut a les obres de construcció (BOE nº256 del 25 d'octubre de 1997).

Norma experimental UNE 81901 ex:1996: Prevenció de riscos laborals. Regles generals per la evacuació dels sistemes de gestió de prevenció de riscos laborals (S.G.P.R.L.).

Estatut dels treballadors.

Reglament electrotècnic de Baixa Tensió.

Normes per la senyalització, abalisament, defensa, neteja i acabat d'obres en vies fora de poblat.

G.3 Dades de l'obra

A continuació es detallen les característiques principals de l'obra objecte de l'estudi.

G.3.1 Emplaçament

L'obra es troba situada a l'aeroport de Girona-Costa Brava, al costat aire, a l'àrea de moviment d'aeronaus, i concretament a la plataforma d'estacionament d'aeronaus, a la posició d'estacionament número 17.

G.3.2 Descripció de l'obra

Consultar document 1. Memòria. Memòria descriptiva del present projecte, on s'hi descriu detalladament el contingut de l'obra.

G.3.3 Pressupost d'execució

La estimació del pressupost d'execució ascendeix a la quantitat de DOS-CENTS CINQUANTA-UN MIL CINC-CENTS SETANTA-UN EUROS AMB ONZE CÈNTIMS (251.571,11).

G.3.4 Termini d'execució

El termini d'execució fixat per les obres definides en aquest projecte serà de DOS MESOS I QUINZE DIES (2.5 mesos) a partir de la data d'inici de les obres.

G.4 Interferències i serveis afectats

Les interferències amb les conduccions de tota classe poden ser causa d'accidents, per això es considera molt important detectar la seva existència i localització exacta als plànols amb la finalitat de poder valorar i delimitar clarament els diversos riscos.

L'únic servei afectat és el d'abalisament del lateral de plataforma, descrit al document 1. Memòria. Memòria descriptiva.

G.5 Accessos

L'accés a l'obra es preveu realitzar-lo des dels propis accessos a l'àrea de moviment d'aeronaus, essent la més propera l'entrada localitzada prop del S.E.I. (Servei d'Extinció d'Incendis).

Els accessos a l'obra no presenten problemes per la seguretat i salut.

G.6 Climatologia

Les condicions meteorològiques esperades durant l'execució de les obres correspondran a una climatologia típica mediterrània, benigna, sense gelades nocturnes i amb suaus temperatures mínimes. La precipitació anual mitjana és de 61.4 mm amb una mitja de 5.6 dies de pluja a l'any, les nevades són molt poc freqüents i les turmentes es presenten amb mitges de 2 dies a l'any. Les gelades es succeeixen entre els mesos de novembre a abril, amb una mitja de 17.7 dies a l'any. La temperatura mitja és de 14.2°C.

No es requereixen condicions o cuidats especials per la realització dels treballs de construcció deguts a la climatologia.

G.7 Centre assistencial més pròxim

L'aeroport disposa d'un servei de 24 hores contractat a una empresa externa que inclou un ATS a les instal·lacions de l'aeroport.

Els hospitals més propers són:

PARC HOSPITALARI MARTÍ JULIÀ. C/ Dr. Castany, s/n. Salt (Girona)

HOSPITAL DOCTOR JOSEP TRUETA. Avinguda de França, s/n. Girona.

G.8 Unitats de construcció previstes a l'obra

Les unitats constructives previstes a l'obra són les següents:

Demolicions i desmuntatges.

Serratge i demolició de lloses formigó.

Excavació de rasses, pous i arquetes.

Treballs d'encofrat i desencofrat.

Formigonat.

Execució de canalitzacions.

Instal·lacions elèctriques.

Instal·lació de dipòsits sota rasant mitjançant grua.

G.8.1 Oficis que intervindran

En la present obra intervindran els següents oficis:

Peó.

Ajudant.

Oficial 1^a.

Encarregat.

Conductors.

Maquinistes.

G.8.2 Maquinària que intervindrà

La maquinària de transport serà:

- Camió
- Camió-cuba de formigó
- Grua

Maquinària de moviment de terres:

- Retroexcavadora
- Pala carregadora

Maquinària de compactació:

- Compactadora vibratòria

Maquinària de demolició:

- Martell trencador
- Retroexcavadora amb martell trencador

Màquines eina:

- Compressor mòbil

- Màquina serradora del paviment

- Escombradora

- Equip mòbil de perforació

- Vibrador

Eines manuals.

G.8.3 Mitjans auxiliars

Els mitjans auxiliars que intervindran seran:

- Contenedors.

G.9 Riscos generals i mesures preventives

A continuació es procedeix a la identificació dels riscos generals que es preveu es puguin presentar durant la realització de les unitats constructives que componen l'obra.

Es consideren riscos generals aquells riscos que afecten al treballador per el sol fet de trobar-se a l'obra, amb independència del seu ofici, del treball que realitzi i de si l'està realitzant en aquest moment.

G.9.1 Riscos generals més freqüents

Els riscos generals més freqüents són:

Caiguda de persones al mateix nivell.

Caiguda de persones a diferent nivell.

Caiguda d'objectes per manipulació.

Trepitjades sobre objectes punxants.

Cops contra objectes immòbils.

Atrapaments per/entre objectes.

Atrapaments per bolcada de màquines.

Atropellaments, cops i xocs amb/contra vehicles.

G.9.2 Mesures preventives

Les mesures preventives que s'adoptaran per pal·liar els riscos generals seran:

Les zones de pas estaran netes i il·luminades.

Es reposaran immediatament les proteccions col·lectives que per algun motiu puntual i concret s'hagin hagut de retirar.

No es transitarà per sota de càrregues suspeses.

Les zones de pas i els magatzems estaran ordenats.

Es transitarà per l'obra amb la major atenció possible.

No es transitarà a prop de màquines o vehicles.

G.9.3 Proteccions col·lectives

A l'accés a la plataforma es col·locarà la senyalització referent a l'ús obligat dels EPIs, prohibida l'entrada a tota persona aliena a l'obra i perill càrregues suspeses. També es

disposarà del cartell d'assistència a accidentats amb els telèfons i direccions dels centres d'urgència més pròxims.

Els quadres elèctrics portaran l'adhesiu de risc elèctric.

A la sortida de l'obra es col·locarà la senyal STOP per vehicles.

G.9.4 Equips de protecció individual

Com a equips de protecció individual per a tota persona que entri a la zona d'obres, s'estableixen:

Casc de seguretat.

Botes de seguretat.

Vestuari d'alta visibilitat (normativa aeroportuària).

G.10 Riscos professionals

A continuació s'exposen els possibles riscos detectats a cada fase de les obres.

G.10.1 Demolicions i desmuntatges

Els riscos detectats són els següents:

Caigudes a diferent nivell.

Caiguda d'objectes.

Enfonsaments.

Punxaments i cops contra obstacles.

Atropellaments

Caiguda de grues

Soroll puntual i ambiental

Pols ambiental

Distracció dels conductors.

G.10.2 Excavacions

Els riscos detectats són els següents:

Despreniment de terres o roques.

Atropellaments, xocs, bolcades i falses maniobres de la maquinària per el moviment de terres.

Caigudes de personal i/o objectes a diferent nivell.

Riscos derivats dels treballs sota condicions meteorològiques adverses (vent, pluja, etc.).

Caigudes a diferent nivell al pujar o baixar de la maquinària.

Caigudes al mateix nivell.

Contactes elèctrics.

Interferències amb conduccions enterrades.

G.10.3 Manipulació del formigó

Els riscos detectats són els següents:

Caiguda de persones i/o objectes al mateix nivell.

Caiguda de persones i/o objectes a diferent nivell.

Trepitjades sobre objectes punxants.

Punxaments i cops per o contra objectes, materials, etc.

Contactes amb el formigó (dermatitis per ciments).

Enfonsaments.

Atrapaments.

Vibracions per maneig del vibrador.

Electrocució

Riscos higiènics per ambients polsosos.

Sobreesforços.

Soroll puntual i ambiental.

G.10.4 Treballs d'encofrat i desencofrat

Els riscos detectats són els següents:

Despreniment de fustes o xapes.

Caiguda de peces o eines.

Caiguda de persones al mateix nivell.

Caiguda de persones a diferent nivell.

Cops a les mans al clavar puntes o al col·locar xapes.

Talls per o contra objectes, màquines o material.

Trepitjades sobre objectes punxants.

Contactes elèctrics.

Sobreesforços.

Cops per o contra objectes.

Dermatitis per contacte amb el formigó.

G.10.5 Instal·lació elèctrica

Els riscos detectats són els següents:

Caigudes de persones a diferent nivell.

Caigudes de persones al mateix nivell.

Trepitjades sobre objectes.

Atrapament per o entre objectes.

Talls.

Exposició a contactes elèctrics.

Electrocució.

Incendis.

G.11 Prevenció de riscos professionals

A continuació s'exposen les mesures adoptades per fer front als riscos específics de cada fase dels treballs.

G.11.1 Proteccions individuals

A continuació es detallen els equips de protecció individuals a utilitzar.

Cascos, per totes les persones que participin a l'obra.

Ulleres contra impactes i antipols, per la posada en obra del formigó i treballs on es puguin projectar partícules, i on es pugui produir pols.

Mascaretes antipols i antigasos, quan es treballi en atmosferes polsoses o amb gasos concentrats.

Ulleres de soldador i pantalla de soldador, quan es solda.

Protectors auditius, quan s'utilitzin màquines que produeixin soroll.

Cinturó antivibratori per treballadors amb martells pneumàtics i maquinistes.

Vestuari d'alta visibilitat per a tots els treballadors de l'obra.

Guants de goma fins per paletes i operaris que treballin amb el formigó.

Guants de cuir i antitall, per el maneig de materials i objectes.

Guants de soldador, per soldar.

Botes d'aigua per la posada a l'obra del formigó i treballs en zones humides o mullades.

Botes de seguretat per càrrega, descàrrega i maneig de materials.

Botes aïllants d'electricitat, per electricistes.

G.11.2 Proteccions col·lectives

Tanques de delimitació i protecció.

Senyals de circulació, de prohibició, indicadors de perill, informatius, etc.

Balisses lluminoses i reflectants per delimitar les obres.

Extintors.

Interruptors diferencials.

Reg amb aigua a les zones on es produeixi pols.

G.11.3 Formació

En el moment del seu ingrés a l'obra, tot el personal rebrà les instruccions adequades sobre el treball a realitzar i els riscos que puguin trobar-se, així com les normes de comportament que han de complir.

S'hauran d'impartir cursos de socorrisme i primers auxilis a les persones més qualificades, de manera que en tot moment hi hagi a l'obra algú amb aquests coneixements.

Abans d'iniciar-se treballs específics, s'instruirà a les persones que hi hauran d'intervenir sobre els riscos que es poden trobar i la manera d'evitar-los.

G.11.4 Medicina preventiva i primers auxilis

L'obra disposarà d'una farmaciola per primers auxilis.

Es disposarà a l'obra d'una llista, en un lloc visible, amb tots els telèfons i direccions dels centres assignats per urgències, ambulàncies, taxis, etc., per garantir un ràpid transport dels possibles accidentats als centres d'assistència.

Tot el personal que comenci a treballar a l'obra, haurà de passar un reconeixement mèdic previ al treball, i que serà repetit en el període d'un any.

G.12 Prevenció de riscos de danys a tercers

Es procedirà a tancar i senyalitzar el perímetre de l'obra, especialment als accessos naturals, prohibint-se el pas a tota persona aliena a l'obra.

La senyalització i accessos a l'obra es mantindran en tot moment nets i seran els adequats.

Per evitar possibles accidents a tercers, es col·locaran les oportunes senyals d'advertència de sortida de camions i limitació e velocitat als vials propers.

H REPORTATGE FOTOGRÀFIC

A continuació s'exposen les diferents fotografies preses el dia 15/11/2006.



Figura 12. Posició d'estacionament 17.



Figura 13. Arqueta de xarxa de pluvials on s'hi abocaran els residus que no continguin glicol.



Figura 14. Arqueta de xarxa de pluvials. Profunditat i nivell de l'aigua



Figura 15. Cantonada nord de la plataforma d'estacionament. Al fons, estacionament número 17.



Figura 16. Arqueta d'abalisament



Figura 17. A l'esquerra, arqueta d'abalisament. Al centre, arqueta de xarxa de pluvials. A la dreta, arqueta elèctrica a 3000 V.



Figura 18. Parc de Bombers, des d'on es prendrà una connexió d'aigua i electricitat.



Figura 19. Unitat mòbil aplicadora de la mescla glicol i aigua.



Figura 20. Un vehicle similar pot ser utilitzat per a la neteja d'aeronaus.