

PROJECTE PISTA ESQUÍ D'HERBA

CICLES INDUSTRIALS 2n BTX - A Curs 2012-2013

AUTOR:

TUTOR:



ÍNDEX

1. Objectius 2
2. L'esquí d'herba 3
 - 2.1 Història de l'esquí d'herba 4
 - 2.2 L'esquí d'herba a Catalunya 5
 - 2.3 Biomecànica 6
 - 2.3.1 Biomecànica de les forces 9
 - 2.4 Posicions i moviments tècnics 13
 - 2.5 Competicions 19
3. Mecànica dels esquís 22
 - 3.1 Components 23
 - 3.2 Funcionament 27
 - 3.3 Evolució 29
4. La pista 32
 - 4.1 Comparació ubicacions 34
 - 4.2 Pista Pedró 38
 - 4.2.1 Ubicació i serveis 38
 - 4.2.2 Dimensions i característiques 38
 - 4.2.3 Adequació 39
 - 4.2.4 Permisos i revisions 40
 - 4.2.5 Sistema de reg 41
 - 4.2.6 Remuntador 43
 - 4.2.7 Manteniment 45
 - 4.2.8 Mapes 45
 - 4.2.9 Homologació 47
 - 4.2.10 Impacte ambiental de la instal·lació 47
5. Construccions 48
 - 5.1 Normes FIS – Article 613.2 48
 - 5.2 Sortides 49
 - 5.3 Estructura del camí 59
6. Energia Renovable 61
 - 6.1 Consum energètic 61
 - 6.2 Possible generació 561
7. Càlculs 65
 - 7.1 Pista 65
 - 7.2 Velocitats, fregaments i treballs 67
 - 7.3 Consum i producció elèctrica 71
8. Estudi econòmic 73
9. Conclusions 81
10. Valoració personal 82
11. Bibliografia 83
12. Webgrafia 84
13. Agraïments 85

1. OBJECTIUS

En aquest treball es pretén aconseguir el disseny i l'adequació teòrica d'una pista homologable per a la pràctica de l'esquí d'herba, una esport minoritari en vies de desenvolupament.

Per arribar a l'objectiu final, s'analitzaran els aspectes més teòrics de l'esport –història, normes... -, així com també l'enginyeria dels esquís els quals fan possible la realització d'aquesta activitat esportiva. Pel què fa a càlculs, a partir de la informació sobre els esquís, es calcularà, entre d'altres, el fregament d'aquest amb l'herba, així com també la velocitat màxima que es podria aconseguir a la pista escollida.

A partir de la comparació entre diverses possibles ubicacions per a la localització de la pista, s'escollirà racionalment la més adequada segons les seves condicions. Es dissenyaran gràficament les estructures necessàries i, a partir de les normes de la Federació Internacional d'Esquí (FIS), s'adequarà el terreny per homologar la pista. La instal·lació haurà de tenir un sistema de reg i un remuntador. També s'analitzaran factors ambientals per a l'adequació del terreny on s'ubicarà la pista.

A més, es buscaran possibles fonts d'energies renovables per reduir els costos energètics de la instal·lació. Tota la instal·lació – pista amb pendents, sistema de reg, remuntador...– serà representat en un document CAD.

Finalment es durà a terme un estudi econòmic per analitzar la rendibilitat d'un possible negoci segons les inversions i els possibles beneficis.

2. L'ESQUÍ D'HERBA

Quan s'acaba la temporada d'hivern, alguns no volen parar d'esquiar. Aquí apareixen persones que busquen desenvolupar les seves destreses amb els esquís sobre superfícies fermes. Degut al seu enorme entusiasme, inventen nous esports per lliscar sobre diferents superfícies com la sorra, l'aigua, el plàstica, i fins i tot, en l'herba.

Com el seu nom indica, l'esquí d'herba és esquiar sobre herba. Així doncs, quan la temporada d'esquí de neu s'ha acabat, els esquiadors – de determinats nivells i condicions físiques – poden continuar esquiant i entrenant, a la mateixa estació o en altres instal·lacions, per tal de millorar el seu nivell.

L'esquí d'herba és una variant de l'esquí alpí que fou inventada a meitat del segle XX. Actualment està considerada i reconeguda per la Federació Internacional d'Esquí (FIS) com un disciplina diferent dins d'aquest organisme oficial i es regeix per les seves normes comunes a més de les específiques com a disciplina.

La seva aparició es deu a la intenció dels corredors alpins per millorar el seu rendiment a l'hivern. Al final però, ha acabat formant una disciplina pròpia que, en general, ja no s'utilitza per millorar en l'esquí alpí, sinó que té un reconeixement i una acceptació important a nivell individual.

2.1 HISTÒRIA DE L'ESQUÍ D'HERBA

L'esquí d'herba és una disciplina recent. Els primers passos els va fer el francès Joseph Kaiser el 1966 com un mètode per millorar en l'esquí alpí. En els següents anys va agafar més popularitat en terres Alemanyes, estenent-se així per l'Europa central.

En el XXXII Congrés de la FIS el 18 i 19 de Maig del 1979 a Niça (França), es va reconèixer l'esquí d'herba com una disciplina. El 1985, el president Marc Hodler va integrar l'esport dins de la FIS. La primera Copa d'Europa es va realitzar el 1971, i els primers Campionats Europeus el 1976. El 1979, els Campionats del Món van substituir els Europeus i des d'aleshores se celebren cada dos anys. No va ser fins el 1996 però que, en el XL Congrés de la FIS, es va establir oficialment la Copa del Món. Aquesta es va començar a celebrar a partir de l'any 2000. Tot i això, des de que va ser introduït a la FIS el 1979, ja es celebrava una Copa del Món en les disciplines de eslàlom gegant, eslàlom especial i combinada, tot i que no era reconeguda oficialment.

Inicialment, l'esquí d'herba va ser ideat com un esport de competició, sobretot per millorar les qualitats tècniques dels corredors alpins. Tot i això, al llarg dels anys, s'ha anat desenvolupant organitzativament i avui dia s'utilitza tan per a competicions com per començar a esquiar i fins i tot pel lleure.

Una gran diferència respecte els seus inicis és que els corredors ja no l'utilitzen per ser millors a l'hivern, sinó que el prenen com esport principal. Això és degut, en gran mesura, a l'enorme competència que hi ha en l'esquí alpí i que ara per ara no existeix en l'esquí d'herba.

Els grans dominadors de les competicions d'esquí d'herba, des del reconeixement oficial de la Copa de Món, han estat Jan Nemeč en homes (7 vegades guanyador de la General de la Copa del Món amb nombrosos Globus de Cristall de les disciplines, a més de 9 medalles d'or en el Campionats del Món i in comptables victòries en les proves FIS). En dones, Ingrid Hirschhofer ha estat la gran dominadora amb 10 generals de la Copa del Món i nombrosos Globus de Cristall de les disciplines, nombroses victòries i podis en les proves FIS i 2 ors i 6 podis en els Campionats del Món.



Jan Nemeč en acció durant una carrera de gegant de Copa del Món.

2.2 L'ESQUÍ D'HERBA A CATALUNYA

Actualment a casa nostra, Catalunya, així com també a l'estat espanyol, només hi ha dos corredors llicenciats i que practiquin aquest esport. Tot i això, la nostra tradició de lliscar sobre l'herba, té com a referent el 1937. En aquesta any, el ripollès Ramon Casanova i Danés (1892-1968), *El boig de l'Hispano*, va inventar i patentar a França uns esquís per a esquiar sobre l'herba (en aquella època els anomenaven patins). La següent referència a casa nostra, és de fa 3 dècades a l'estació ceretana de La Molina. Allí s'hi practicava l'esquí d'herba durant el pont del Pilar. Coincidint amb aquesta data es van celebrar durant uns 5 anys una cursa a la Pista Llarga entre els residents i estiuejants de la Cerdanya. La celebració d'aquesta carrera, per molt estrany que sembli, no implicava cap tipus d'entrenament previ. Simplement la gent llogava els esquís a la botiga Fontcanaleta Esports localitzada a peu de pista i es tirava per la muntanya avall sense cap mena de temor. Ara bé, a l'hora de pujar fins a dalt de la pista els corredors agafaven els esquís i caminaven fins arribar a dalt.

La cursa era organitzada per en Lluís Bellvehi. La feia com a mètode de promoció de la seva botiga (Fontcanaleta Esports). Els esquís que s'utilitzaven eren de la seva botiga i es llogaven als participants. Aquesta cursa servia per practicar un nou esport a més de fer negoci i començar a fer boca a l'espera de les primeres nevades.



Ramon Casanova mostrant el seu enginyós disseny. Uns esquís d'herba amb espàtula davantera.



Natàlia de Rivera en acció durant la carrera popular celebrada a La Molina durant el pont del Pilar de l'any 1976.

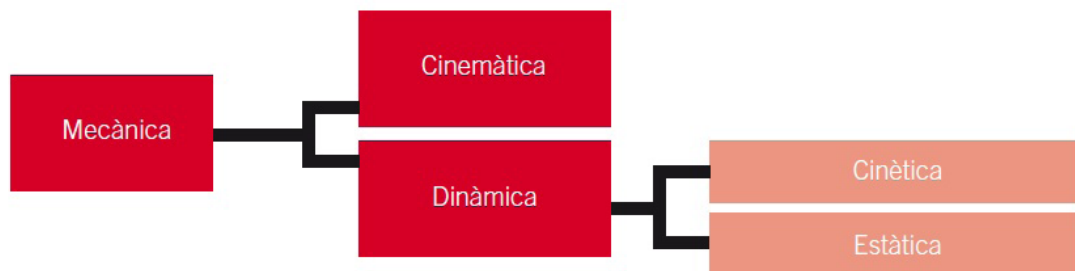
2.3 BIOMECÀNICA

▲ Conceptes bàsics

BIOMECÀNICA ▷ Estudia el moviment esportiu de l'home des de la perspectiva de la biologia i de la mecànica.

MECÀNICA ▷ Branca de la física que estudia l'equilibri i el moviment dels sistemes físics sota l'acció de forces.

- *Cinemàtica*: Branca de la mecànica que estudia el moviment dels cossos amb independència de les forces que els produeixen.
- *Dinàmica*: Estudia el moviment o la falta de moviment en relació amb les forces que ho provoquen.
 - *Estàtica*: Estudia les forces que determinen que els cossos es mantinguin en equilibri.
 - *Cinètica*: Estudia les forces que provoquen el moviment.



▲ Lleis de Newton

1a Llei - Llei de la inèrcia ▷ Tot cos roman en el seu estat de repòs o moviment rectilini uniforme a no ser que actuï sobre ell una força que modifiqui el seu estat.

2a Llei - Llei fonamental de la dinàmica ▷ La resultant de les forces que actuen sobre un cos és directament proporcional a l'acceleració produïda.

3a Llei - Principi d'acció i reacció ▷ Tota força aplicada sobre un cos serà retornada amb igual intensitat i direcció, amb sentit contrari.

▲ Les forces

Són impulsos o traccions que alteren l'estat de repòs del cos que les rep. Exemples: variar la velocitat, iniciar el moviment, frenar-lo, fre-lo girar, etc. Les forces que intervenen en l'esquí són internes i externes.

Forces internes ▷ muscular i de l'esquí.

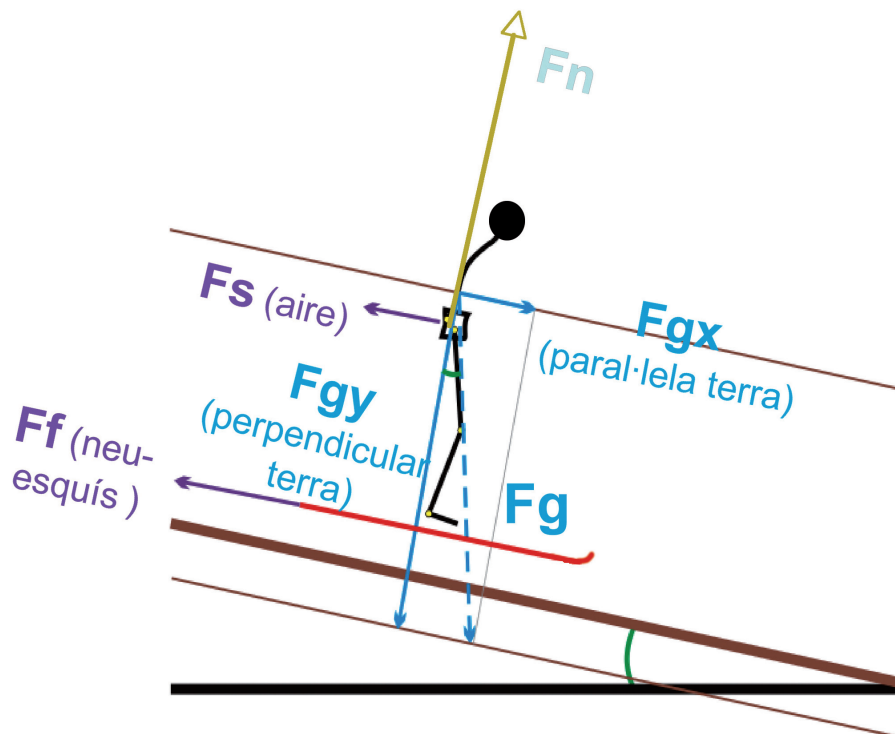
Forces externes ▷ *Gravetat (Fg)*: Força amb què la Terra ens atrau. $F_g = m \cdot g$ ($9,81 \text{ m/s}^2$)

Força normal (Fn): Pel principi d'acció – reacció, quan un cos exerceix una força sobre una superfície aquesta superfície li retorna la mateixa força en sentit contrari (Fn).

Força de fregament (Ff): Actua en sentit contrari al desplaçament de l'esquiador. Generada tan pel fregament dels esquís amb l'herba com per la resistència de penetració de l'aire. També existeixen forces de fregament entre els components de l'esquí.

Centrífuga: Força en perpendicular a la trajectòria en sentit a l'exterior del gir.

Centrípeta: Força en perpendicular a la trajectòria i en sentit a l'interior del gir.



Fn: força normal

Fg: força de la gravetat

Fgy: descomposició de la força de la gravetat

Fgx: descomposició de la força de la gravetat

Ff: força de fricció

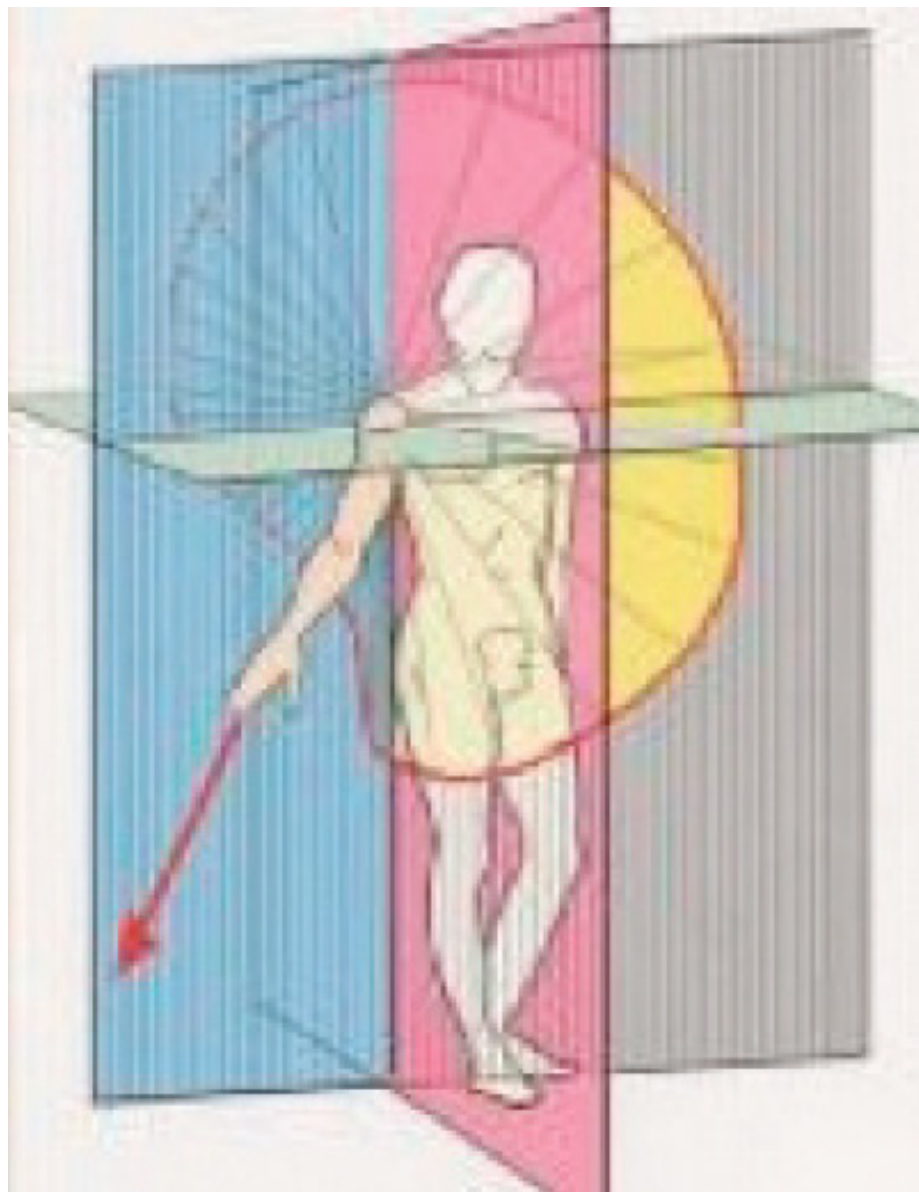
Fs: força de resistència

▲ Plans i eixos

Pla sagital - lateral ▷ És el pla que divideix el cos en meitat esquerra i meitat dreta, es mou a través de l'eix lateral. Els possibles moviments en el pla sagital són els de flexió / extensió.

Pla frontal ▷ És el que divideix el cos en meitat anterior i posterior. Es mou a través de l'eix anteroposterior. Els moviments en el pla frontal són les adduccions (moviments que es desplacen cap a l'interior), les abduccions (moviments que es desplacen cap a fora de l'eix) i les inclinacions.

Pla transversal - horitzontal ▷ És el pla que divideix el cos en part inferior i superior. Aquest pla es mou en l'eix vertical. Els possibles moviments en aquest pla són les rotacions del tren superior respecte les cames.



2.3.1 BIOMECÀNICA DE LES FORCES

En aquest apartat s'analitzaran les diferents forces físiques que actuen durant un gir d'esquí en tots els sentits (magnitud, durada...). L'anàlisi serà a nivell teòric i es basa en les investigacions fetes per Frantisek Vaverka, Sona Vodickova, and Milan Elfmark. Aquest anàlisi cinemàtic de viratges d'esquí, es basa en dues fases elementals dels gir: preparació del gir (inici) i el gir en si mateix, en la qual el centre de gravetat de l'esquiador descriu una trajectòria curvilínia conduïda. Aquest mètode es va fer a partir de diversos registres amb un dinamòmetre col·locat als esquís de diversos esquiadors professionals.

Aquest estudi es va dur a terme amb esquí alpí, però com ja s'ha dit, degut al seu paral·lelisme amb l'esquí d'herba les forces són les mateixes. Tan sols faltaria tenir en compte les forces internes de l'esquí.

En l'estudi es van analitzar 8 variables: cinc variables de temps i tres variables de força. La comparació dels resultats dels anàlisis entre els diferents subjectes, van mostrar que el mètode és útil per respondre a diverses preguntes d'investigació associades amb els viratges d'esquí.

MÈTODES

▲ Base teòrica

L'anàlisi biomecànic de les forces que actuen durant el viratges té l'objectiu de conèixer nous mètode d'anàlisis en termes de força i temps.

Es consideren 3 grups de forces que influeixen en el moviment de l'esquiador:

- La força de la gravetat actua en la massa total del cos de l'esquiador, g és l'acceleració causada per la gravetat ($g = 9,81 \text{ m/s}^2$).
- Les forces que actuen en contra del moviment de l'esquiador, anomenades forces resistives (Força de fregament lliscant FF , la força de frenada aerodinàmica FW , i la força de frenada FB , que actua amb el contacte de l'esquí amb el terra).
- La força dinàmica FD , que està relacionada amb la massa muscular de l'esquiador i que accelera el cos mitjançant la pressió que fa l'esquiador.

La força interna i la de reacció (FR) que actuen sobre l'esquiador en direcció perpendicular al terra, són necessàries per completar l'esquema de forces que actuen sobre l'esquiador. En l'estudi no es va tenir en compte la força de Coriolis ja que la seva magnitud era negligible. Les forces d'impuls que realitza l'esquiador, com ara l'impuls amb els bastons, també es van negligir.

Durant el moviment, la força centrífuga F_C , pot considera dins del conjunt de forces anteriorment exposades. Aquesta força es pot analitzar algebricament com una força centrípeta real que produeix la curvatura del gir. La seva magnitud depèn de la massa de l'esquiador m ($m = F_g/g$), la velocitat en el moment determinat (v) i el radi de gir.

$$F_C = \frac{F_g}{g} \cdot \frac{V^2}{r}$$

La força centrífuga actua principalment paral·lelament al terra cap a l'exterior del gir des del centre del viratge. Així, aquesta força té una direcció lateral respecte l'esquiador. Simultàniament actua la força lateral FLA, que segueix la mateixa trajectòria que la centrífuga. La magnitud d'aquesta força lateral depèn de la de la gravetat (F_g), en la inclinació de la pista (α) i la desviació de FLA respecte la direcció de $F_g \sin(\alpha)$. La força resultant en direcció lateral és la suma de FC i FLA:

$$F_{TL} = F_C \pm F_{LA}$$

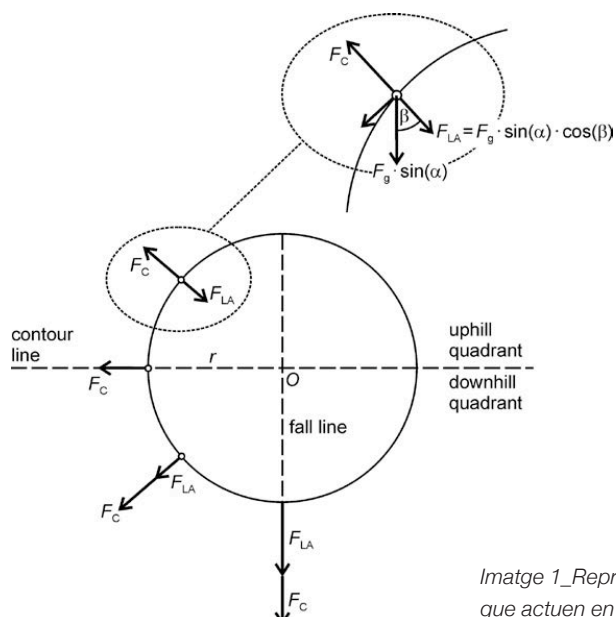
El signe \pm permet que la FLA es pugui restar a la FC durant la fase del viratge situada en els quadrants superiors (imatge 1), i poder ser afegida a aquesta en els quadrants inferiors. Així, introduint noves variables, l'equació de FTL és:

$$F_{TL} = \frac{F_g}{g} \cdot \frac{V^2}{r} \pm F_g \cdot \sin(\alpha) \cdot \cos(\beta)$$

La resultant de la força de reacció (FR) que actua en l'esquiador s'obté a partir del vector suma del component perpendicular de la força de la gravetat al terra, $F_g \cos(\alpha)$, i la resultant de la força lateral FTL:

$$R = \sqrt{\left(\frac{F_g}{g} \cdot \frac{V^2}{r} \pm F_g \cdot \sin(\alpha) \cdot \cos(\beta) \right)^2 + \left(F_g \cdot \cos(\alpha) \right)^2}$$

És important entendre la diferència entre el concepte de "viratge d'esquí" en termes d'esquí i en termes físics durant aquesta fase de gir. Des del punt de vista físic, el viratge constitueix un moviment on el centre de gravetat de l'esquiador es mou en un trajectòria curvilínia i la magnitud de la força lateral resultant és positiva. La força R és major que la força que actua perpendicularment al terra.



Imatge 1_Representació gràfica dels conjunt de forces que actuen en direcció lateral durant un gir d'esquí

▲ Divisió del viratge en fases

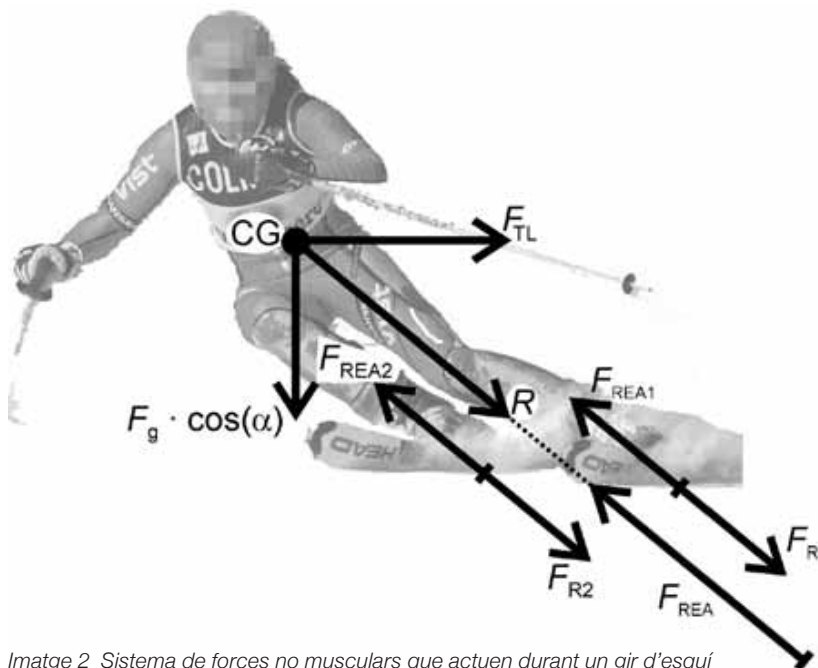
Els viratges en l'esquí s'han dividit tradicionalment en diverses fases:

1. Fase INI ▷ consisteix en tots els moviments que fa l'esquiador per conduir l'inici del viratge. Durant aquesta fase, el centre de gravetat de l'esquiador es mou en una línia recte. $F_{TL} = 0$ i $R \leq F_g \cos(\alpha)$.
2. Fase STE ▷ és el moment en què es realitza en gir en si. Durant aquesta fase, el centre de gravetat de l'esquiador es mou en una trajectòria curvilínia on: $F_{TL} > 0$ i $R > F_g \cos(\alpha)$.

▲ Anàlisi amb dinamòmetre d'un viratge

Aquest anàlisi es basa a l'enregistrament de les forces resultants que actuen en un esquí mitjançant un dinamòmetre. A partir d'això, les forces muscular, que influeixen en la pressió de l'esquí amb el terra, i les característiques de la interacció entre el terra i els esquís, determinen les forces de reacció que són mesurades mitjançant un dinamòmetre.

La suma de les forces parcials de reacció que actuen a la cama esquerra i dreta perpendicularment al pla de l'esquí, crea una força de reacció final R que actua sobre l'esquiador. La magnitud de R s'obté del vector suma de les forces mesurades a les extremitats inferiors (imatge 2).

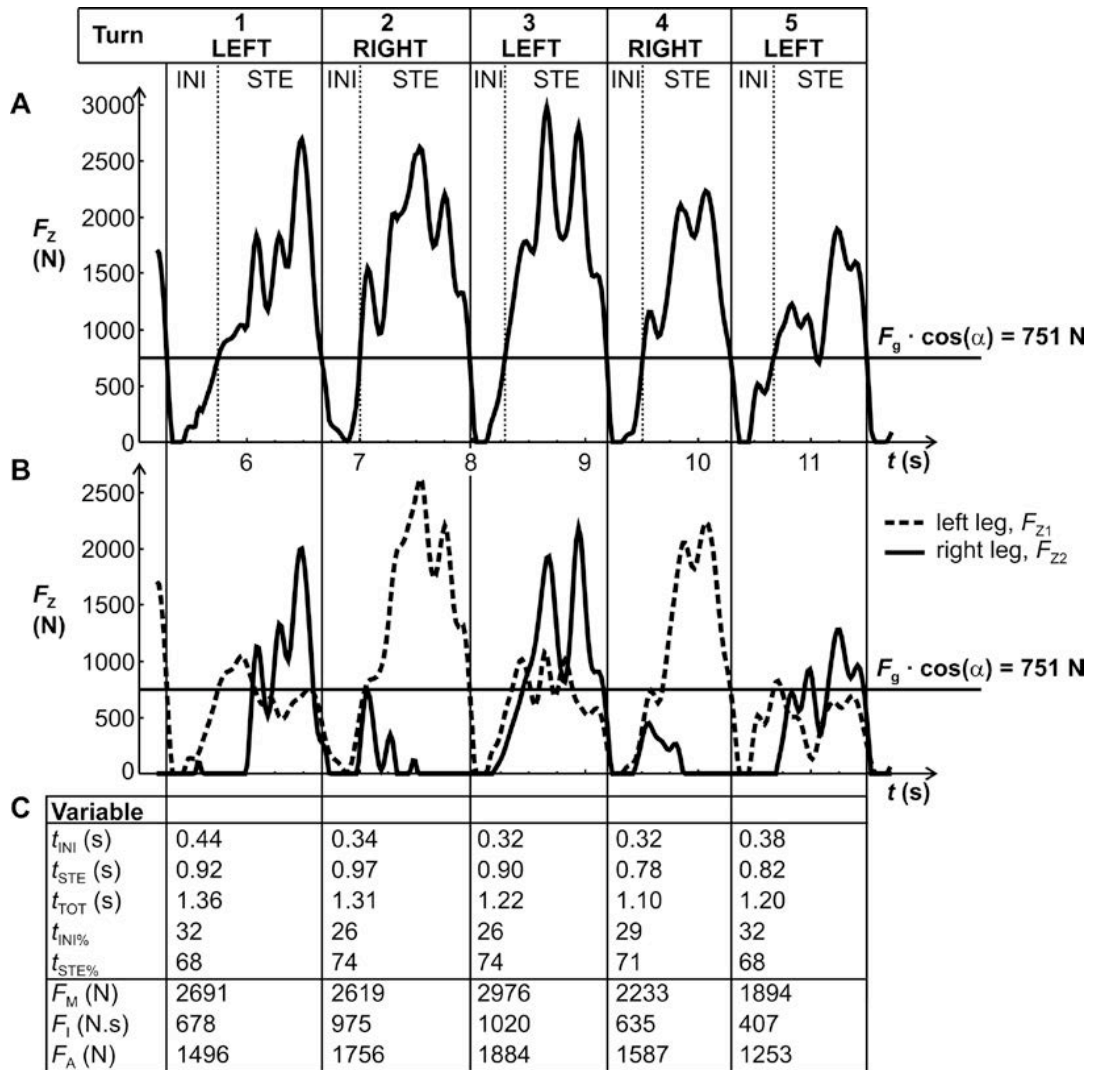


Imatge 2_Sistema de forces no musculars que actuen durant un gir d'esquí

Per a realitzar totes les mesures es va col·locar un dinamòmetre a cada esquí. Anava situat a sota la bota, i tenia la mateixa llargada que la fixació. El sistema de mesura recollia la magnitud de les forces de reacció que actuaven en direcció perpendicular, lateral i posterior al pla de l'esquí, i també els moments de força que actuaven en aquestes tres direccions.

Per controlar la posició del centre de gravetat es va posar una aparell a l'esquena de l'esquiador a l'alçada del seu centre de gravetat.

La mesura de la força de reacció $F_Z(t)$, correspon a la suma matemàtica de les forces de reacció que actuen a ambdues cames. EL criteri de divisió entre les dues fases de gir es basa en la fórmula $R > F_g \cos(\alpha)$ (STE fase) i $R \leq F_g \cos(\alpha)$ (INI fase).



Les 5 variables de temps estudiades són: el temps de INI, el temps de STE, el percentatge de INI respecte el temps total, el percentatge de STE respecte el temps total i el temps total.

La gràfica representa les forces de reacció resultats mesurades amb el dinamòmetre. En A es representa la força de reacció total ($F_Z = F_{Z1} + F_{Z2}$), i en B es distingeix entre la força de la cama dreta i la de l'esquerra. Aquesta taula ens mostra la força en 5 girs diferents (tan a dreta com a esquerra). Separa les dues fases en cada gir (INI i STE), i les separa mitjançant una línia ($F_g \cos(\alpha)$) com bé s'ha explicat anteriorment. Aquí s'observen les diferents variables exposades tant de temps com de forces (apartat C).

* Aquest estudi es va dur a terme amb esquí alpi, però com ja s'ha dit, degut al seu paral·lelisme amb l'esquí d'herba les forces són les mateixes. Tan sols faltaria tenir en compte les forces internes de l'esquí.

2.4 POSICIONS I MOVIMENTS TÈCNICS

Dins d'aquest apartat s'analitzaran les diferents tècniques presents en l'esquí d'herba pel què fa les sortides, la conducció, la frenada, la posició corporal i la velocitat, així com també les diferents tècniques de viratge.

▲ Sortida

Per començar una carrera hi ha una tècnica específica per a realitzar la sortida de la manera més eficaç possible. És tracta d'obtenir la màxima velocitat des de la posició de repòs per tal d'evitar començar la teva baixada aturat.

El fet que la cèl·lula que activa el temps estigui col·locada a 70 cm d'alçada fa que la millor manera per començar sigui realitzar un salt per així activar-la amb una certa embranzida.

Els esquiadors més experts aprofiten el braços per elevar la resta del cos cap amunt, arribant gairebé als 90° d'inclinació. El moviment de caiguda de les cames l'aprofiten per impulsar-se amb el bastons i així sortir volant amb la màxima velocitat possible. També ajuda que la sortida sigui una rampa, d'unes mides determinades per les normes FIS, que permet agafar més velocitat a l'arrencada.

Un cop realitzat aquest moviment tècnic, els esquiadors s'ajuden amb el pas de patinador i petits salts (combinen l'impuls amb els bastons i els esquís) per aconseguir la màxima velocitat possible o la desitjada per a cadascun d'ells.



Seqüència de la sortida del corredor txec Martin Stepanek durant l'eslàlom de Copa del Món a Pledkasteri (República Txeca) l'agost del 2011.

▲ Posicions i actituds bàsiques

▷ *Posició fonamental (PF)*

- Esquís paral·lels i separació dels esquís a l'amplada dels malucs.
- El pes queda repartit uniformement al llarg de la planta del peu.
- Semiflexió dels turmells, els genolls i els malucs.
- El pes repartit per igual als dos esquís.
- Braços a davant semiflexionats al costat del cos.
- Bastons paral·lels al cos i les volanderes cap enrere.
- Mirada endavant.
- Simetria del cos.

▷ *Posició bàsica de conducció (PBC)*

- Esquís paral·lels, sobre els *cantells* de la muntanya i amb separació dels esquís a l'amplada dels malucs.
- El pes queda repartit uniformement al llarg de la planta del peu.
- Semiflexió dels turmells, els genolls i els malucs.
- L'esquí de la muntanya queda lleugerament avançat (depenent del pendent). En resulta un paral·lelisme aproximat dels eixos genolls, malucs i espatlles amb els esquís i el pendent.
- L'esquí de la vall porta major càrrega.
- El tren superior busca una angulació cap a la vall.
- Braços a davant semiflexionats.
- Bastons paral·lels al cos i les volanderes cap enrere.

▷ *Actitud Bàsica de Conducció (ABC)*

- Aplicació dinàmica de la posició bàsica de conducció al llarg de la fase de conducció.
- L'aplicació correcta d'aquesta ABC ens permetrà tenir una millor reacció i un millor equilibri dinàmic en totes les direccions de l'espai (endavant – enrere, amunt – avall, lateral i rotacional).
- L'ABC s'ha d'anar adaptant a les forces externes, velocitat i pendent, d'una forma gradual i progressiva.
- L'ABC ha de permetre un recolzament suficient i superior de l'esquí exterior.
- El tren superior s'igualarà al pendent, depenent del tipus de corba i la velocitat.

▲ Frenada

Com que els esquís que s'utilitzen no permeten el derrapatge, la tècnica per reduir la velocitat i frenar és molt precisa. Tan sols els més experts i en condicions de pluja a la pista podrien arribar a realitzar un petit derrapatge.

Si el què es vol és reduir la velocitat durant una baixada, la única solució és tancar més els girs per tal d'evitar el màxim possible la línia de màxima pendent. Però, si el que es pretén és frenar definitivament, cal realitzar un gir molt gran acabant-lo d'esquena a la pendent o, en cas de tenir l'espai suficient, en un pla fins que els esquís s'aturen. També hi ha pistes que tenen un pujada al final de manera que l'esquiador es va frenant al pujar.

En cas d'una situació d'emergència, l'única solució seria tirar-se a terra, cosa força dolorosa i amb alt risc de lesió o contusió.

Cal destacar que en l'esquí d'herba, anar recte avall sense exercir cap força sobre els esquís per girar és molt perillós ja que és molt fàcil trobar un petit sot a la pista i que els esquís es descontrolin de manera que l'esquiador surti propulsat cap endavant.

▲ Posició corporal estàndar

En totes les situacions durant una baixada en esquí d'herba, excepte en la sortida, l'arribada i en els trams de velocitat, el tronc i els braços realitzen una funció essencial per a l'equilibri de l'esquiador i la bona conducció del viratge, així com també per la preparació i la sortida del gir. El tronc sempre es manté lleugerament inclinat cap endavant i mirant cap a la línia de màxima pendent per tal d'anticipar el gir i no perdre la línia. A més, aquesta inclinació ajuntada a la posició dels braços cap endavant permet a l'esquiador no recolzar tot el pes sobre la cua dels esquís i d'aquesta manera poder realitzar una bona conducció i tenir harmonia en els diversos moviments. Així doncs, els braços es mantenen a davant i a l'alçada del centre de masses. Ajuden molt en la realització del gir, tan a l'entrada com a la sortida, i solen marcar la seqüència de moviments com s'observa en la imatge següent.



▲ Diferents tipus de viratges en paral·lel

A l'hora de canviar la direcció del gir existeixen tres tècniques en l'esquí d'herba i que són comunes amb les de l'esquí alpí tot i que la dificultat de realització és major en alguns casos. Les diferents tècniques són:

▷ *Viratge paral·lel per Extensió – Flexió (VEF)*

- Objectiu: poder aplicar aquest tipus de canvi per adaptar-se millor al terreny i aconseguir una esqujada més efectiva. És recomanable quan vulguem allargar la fase de lliscament i buscar més velocitat.
- Terreny: tot tipus de pendents i pistes, segons les condicions.
- Descripció del moviment: Realitzar corbes conduïdes en les que el canvi de cantells es produeixi per extensió de les cames, projectant el centre de masses cap endavant i a l'interior de la següent corba.

Sempre s'ha d'intentar que després de realitzar l'extensió segueixi el moviment, que ha de ser harmònic.

És la tècnica més senzilla d'executar i amb els moviments verticals del cos es marca el tempo del gir. Consisteix, igual que en l'esquí alpí, en iniciar el viratge mitjançant una extensió i inclinant el cos cap al centre de la corba, a continuació fem una flexió per exercir pressió sobre els dos esquis. Aquesta flexió va acompanyada d'una angulació de cintura per aconseguir una millor conducció i equilibri. Al final del gir es tanquen els angles (turmelles i cintura) per acabar el viratge i enllaçar-lo amb el següent.



Seqüència de viratge per extensió-flexió. Demostrador japonès.

▷ *Viratge paral·lel per Canvi Neutre (VCN)*

En aquest cas no existeix l'extensió sinó que el tronc es manté en una posició estable i les cames i la cintura realitzen tota la feina. També existeix la inclinació i angulació, és a dir, el moviment horitzontal del tronc; però en canvi desapareix en gran mesura el moviment vertical.



▷ *Viratge paral·lel per Flexió – Extensió (VFE)*

- Objectiu: poder aplicar aquest tipus de canvi per adaptar-se millor al terreny i aconseguir una esqujada més efectiva. Produir un canvi més ràpid i adaptar-se millor als terrenys ondulats.
- Terreny: tot tipus de pendents i pistes, segons condicions, especialment en terrenys ondulats.
- Descripció el moviment: realitzar corbes conduïdes en què el canvi de *cantells* es produeixi per una flexió de les cames. Seguidament es projecta el centre de masses cap endavant i a l'interior de la següent corba.

És més fàcil de realitzar aquest canvi amb velocitat. És la tècnica més dinàmica i difícil de dur a terme. Per a realitzar molts viratges seguits amb aquest canvi es requereix un molt bon estat físic i gran domini de la tècnica.

Des del moment que es vol que els esquís comencin a disminuir l'angle de presa de cantells (inici del canvi de cantells) es fa una flexió progressiva de les cames. Depenent de la situació pot ser que tan sols la flexió sigui de l'exterior i fins i tot que l'interior faci una lleugera extensió, però en tots els casos el centre de masses tendeix a acostar-se a la plataforma de sustentació de l'esquiador fins a aconseguir posar els esquís plans. L'angle dels genolls o dels genoll tendirà a tancar-se. El centre de masses tendirà a desplaçar-se cap endavant i cap a l'interior de la següent corba mitjançant l'extensió de les cames, procurant tancar l'angle del turmell el més aviat possible. S'orienten les espatlles i els malucs en la direcció de la projecció del centre de masses, que és cap a l'interior de la següent corba i, progressivament s'igualarà a la direcció dels esquís. El tronc estarà lleugerament flexionat i endavant. Els braços es mantindran paral·lels al tronc i, si s'escau, es farà el clavat de bastó.

▲ Posició de velocitat

En la prova de velocitat, el super gegant, hi ha trams amb pocs girs i més aviat plans en què el corredor necessita adoptar la posició més aerodinàmica possible. La tècnica o posició que s'utilitza és el *schuss*. Es tracta d'agrupar tronc i braços a prop de les cames per tal d'oferir la mínima resistència a l'aire. Aquesta tècnica però no es pot adoptar amb la mateixa facilitat que en l'esquí alpí ja que és més difícil de controlar degut a la baixa estabilitat dels esquís quan no s'exerceix pressió sobre ells.



▲ Escola Base Japonesa

Per iniciar-se en l'esquí d'herba, sense haver practicat abans l'esquí alpí, s'ha ideat una tècnica especial equivalent a la cunya de l'esquí alpí. Aquesta tècnica s'ha ideat a Japó i és al web d'esquí d'herba de la Federació Japonesa on es presenta aquesta metodologia innovadora.

La posició de les cames és molt similar a la que tenen aquestes en la cunya amb una gran amplitud, buscant així molta estabilitat i control. La posició dels braços es manté a l'alçada del centre de masses i el tronc està en posició vertical amb una lleugera inclinació endavant que s'accentua durant el viratge.

És molt important suavitzar les tensions del cos per tal de que el cos es mogui amb fluïdesa i adopti posicions naturals i poc forçades.

Per a realitzar els girs s'inclina el tronc cap a la part exterior del viratge. Això s'acompanya de la flexió del genoll exterior de manera que tot el pes recau sobre l'esquí exterior i d'aquesta manera és possible realitzar un viratge controlat i a poca velocitat. Segons la força que s'exerceixi es realitza un viratge més obert o tancat. El cos i els braços acompanyen tot el moviment per no quedar en una mala postura que impedeixi realitzar correctament el gir i el canvi de viratge.

2.5 COMPETICIONS



En general, a l'esquí d'herba existeixen 4 disciplines que es caracteritzen pel radi de gir delimitat pel marcatge. S'anomenen igual que en l'esquí alpí i estan regides per la mateixa normativa (normes FIS). La més tècnica és l'eslàlom especial (radi de gir curt). Després tenim l'eslàlom gegant i el super gegant (disciplina de velocitat). Per acabar hi ha la combinada en que es realitzen dues baixades; una per un eslàlom especial i l'altre per un super gegant.

Pel que fa a les competicions, cada temporada s'organitza la Copa del Món com a esdeveniment més important dins del calendari de competicions. Aquesta competició la formen diferents carreres de 4 especialitats diferents (eslàlom especial, eslàlom gegant, super gegant i combinada) que es realitzen en diferents estacions al llarg de tot l'estiu. Segons la posició de cada corredor en la carrera, s'obtenen uns punts. Al final de la temporada, el que en té més és guanya la Copa de Món. Aquesta competició existeix tan en homes com en dones.

A més, també s'organitzen carreres que no formen part del calendari de la Copa del Món però si que estan incloses en el calendari FIS per la qual cosa també són puntuables per al punts FIS (un sistema per classificar els corredors per ordre de resultats aliè a la Copa del Món i que té una fórmula específica de càlcul) i es regeixen per les normes d'aquesta organització.

Per als corredors que tenen edat FIS, també existeixen unes competicions que es realitzen cada dos anys. Es tracten dels Campionats del Món i els Campionats del Món Júnior. Aquest segons tan sols hi poden prendre part els corredors FIS que estan en l'etapa Júnior (fins al 4rt any FIS) i es celebren anualment.

En les carreres FIS hi ha corredors de diverses nacionalitats: alemanys, suïssos, italians, txecs, austríacs, eslovens, eslovacs, japonesos, iranians, xinesos, de Tai-pey... És per això que es celebren carreres a gairebé tots els països que tenen corredors presents en la Copa del Món. Les principals potències d'aquest esport són la República Txeca, Àustria, Alemanya i Suïssa.

Com que a les proves FIS o de Copa del Món tan sols hi poden participar les persones que aquell any compleixen 16 anys, també s'organitzen carreres per a nens, agrupades en la Children Cup, reconeguda per la FIS i que consta de diferents categories segons l'edat. Té el mateix funcionament que la Copa del Món, amb la diferència que són molt més curtes, en pistes més fàcils i consta de menys carreres. Només es programen curses en els països de centre Europa.

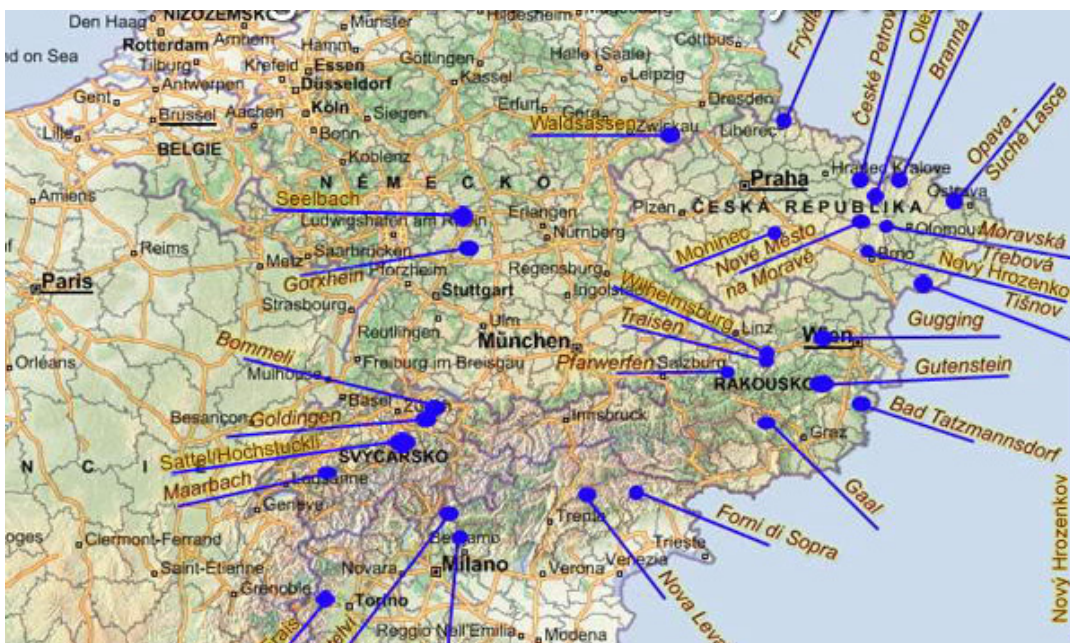


Reconeixement d'un supergegant i cerimònia d'obertura del Campus Internacional del 2011. Totes demostren l'ambient de companyerisme de l'esquí d'herba.

Per tal de que els joves millorin el seu nivell d'esquí i comparteixin vivències amb nens i nenes d'altres nacionalitats, s'organitza cada estiu un Campus Internacional d'esquí d'herba que té una durada d'una setmana. Aquest campament consta de diferents activitats, a més dels entrenaments diaris amb entrenadors dels diferents països participants. Al final del campus es realitzen les carreres de tancament puntuables per a la Children Cup. Aquest campament es realitza a un país diferent cada estiu. Un altre objectiu d'aquests campus es que tots es coneguin i així en el moment de fer el salt a la categoria FIS saben que a les carreres, sempre hi trobaran amics.

A més a més, hi ha països que tenen les competicions nacionals formades per un seguit de carreres puntuables, com és el cas de la República Txeca.

Cal destacar el gran ambient que es respira tan en els entrenaments com en les competicions i campaments. Aquesta és una de les grans diferències respecte l'esquí alpí.



▲ Beneficis

Tot i que avui dia l'esquí d'herba ja es practica com a esport principal, encara hi ha corredors que l'utilitzen com un mètode de preparació per a la temporada d'hivern d'esquí alpí.

Això és possible gràcies a que la tècnica emprada en l'esquí d'herba és gairebé idèntica que a la de l'esquí alpí. Les diferències principal són la menor inclinació del cos i la col·locació de les cames més juntes per poder conduir millor el gir i aguantar l'equilibri. Però la diferència més important és la impossibilitat de frenar mitjançant el derrapatge. Així doncs, la velocitat que adquireixes quan comences una baixada en esquí d'herba no la pots reduir sinó caient a terra, cos molt dolorosa, o realitzant un gran gir cap a la muntanya (contra pendent).

Per tant, al practicar l'esquí d'herba els corredors adquireixen una velocitat de reacció i un equilibri corporal que després el poden adaptar a l'esquí alpí on s'observen resultats bastant satisfactoris.

Cal destacar que al Japó l'afició per aquest esport va en augment i, com ja s'ha explicat, s'han ideat tècniques per iniciar-se en el món de l'esquí directament a través de l'esquí d'herba.

3. MECÀNICA DELS ESQUÍS

Com tot, en aquest món que canvia constantment, els esquís han anat evolucionant pas a pas per millorar el seu rendiment i per una millor conducció i lliscament. En aquesta cursa tecnològica han anat apareixent diversos fabricants que utilitzen sistemes molt similars però amb petites diferències que aporten diferents avantatges. Generalment però, tenen el mateix rendiment i va a gust de cada corredor escollir uns esquís o uns altres.

També trobem que hi ha diferents llargades d'esquís, des de 60cm fins a 100cm. A més, per a cada disciplina els esquís són d'una mida determinada per poder realitzar el viratge adient. Aquestes dimensions (alçada, llargada i amplada) estan regulades per la FIS i tan en proves de la Copa del Món com en els Campionats del Món es realitzen controls a tots els corredors per verificar les mides dels esquís.

Actualment existeixen 3 fabricants que comercialitzen esquís d'herba, tan de competició com estàndards. Hi ha dos fabricants txecs: grasski.net i Spinka grasski.biz; i un d'austriac: Balek Grasskis.

Cal destacar que els esquís són l'única part del material que s'utilitza per a la pràctica de l'esquí d'herba que és diferent al de l'esquí alpi. S'utilitzen, les mateixes proteccions i casc, les botes i vestimenta, així com també els guants. També s'utilitzen els mateixos pals per a marcar el traçat d'una carrera però el forat es fa amb una barra de ferro.

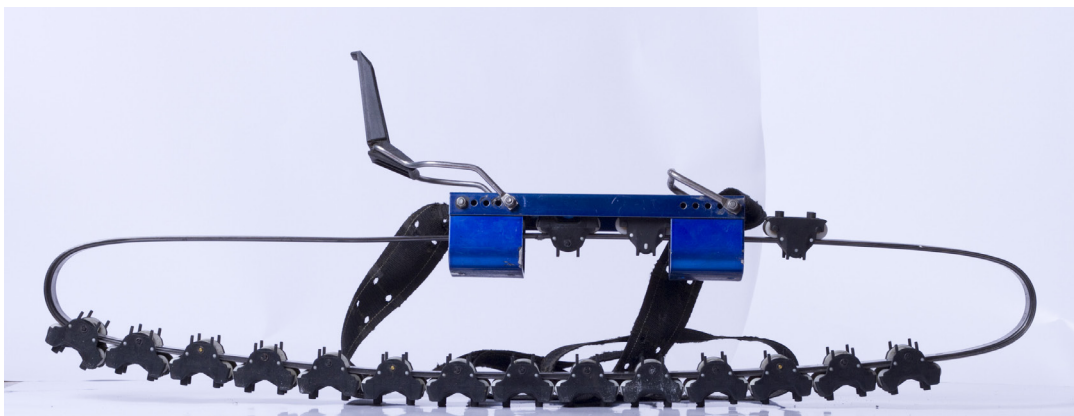
3.1 COMPONENTS

Els esquís d'herba són bastant més complexos pel que fa a nombre de components que els esquís de neu. Consten d'un gran nombre de peces que realitzen una funció essencial pel bon funcionament de l'esquí. Els diferents components són:



▲ Rail

És l'element fixe d'acer inoxidable que dóna forma a l'esquí i sobre el qual llisquen les grapes que, al seu torn, permeten el moviment de l'esquí. Treballa a pressió ja que quan no està muntat la seva forma varia lleugerament com es pot identificar en les imatges. Per tal de reduir la fricció entre les grapes i el rail, es recobreix aquest amb un polímer (DLC) que redueix el coeficient de fregament considerablement.



▲ Fusta

Com que els esquís d'herba tenen diferents mides, també existeixen fustes de diferents llargades per tal d'adaptar-se des dels esquís més curts, fins els més llargs. La fusta d'un esquí és la part sobre la qual s'aguanten la resta d'elements. A ella van enganxats, mitjançant uns cargols molt resistents: el rail, les proteccions laterals i la fixació.



▲ Fixació

És el punt d'unió entre l'esquiador i els esquís. Es tracta d'un element de ferro on es fixa la bota d'esquiar. Existeixen dos tipus de fixacions. Unes que són regulables i són per esquís no específics en competició. I unes altres que es poden regular però és una tasca més complicada; en aquestes, a diferència de les altres, els elements que subjecten la bota van agafats amb cargols.

Així doncs, les fixacions tenen diferents posicions per adaptar la mida de la bota i aconseguir que el pes de l'esquiador estigui centrat sobre els esquís per tal d'afavorir la conducció durant la baixada.

Existeixen fixacions de diferents colors i formes però això ja forma part del component estètic i comercial.



▲ Cinta

És un teixit sintètic no elàstic d'alta resistència que envolta el rail i s'adapta a la forma d'aquest mitjançant les diverses grapes que envolten el rail. Treballa a tensió i com més tensada està, al ajustar més les grapes al rail, menys velocitat.

▲ Grapes

Són els components més complexes de l'esquí d'herba i són els que permeten el moviment d'aquest aprofitant la teoria del moviment dels tancs.

Hi ha moltes grapes en un esquí depenent de la llargada d'aquest. Es tracta d'una peça de plàstic negre que està composta per 4 rodetes que llisquen per la part exterior del rail i una peça, que ha anat evolucionant al llarg dels anys, que llisca per la seva cara interior. Tan les rodetes com la part interior necessiten oli pel seu bon funcionament i manteniment.



▲ Plaques

N'hi ha tantes com grapes té l'esquí ja que serveixen per subjectar aquestes amb la cinta i el plàstic. Existeixen plaques de diferents colors i mides. El relleu que tenen a la cara superior ajuda a la conducció ja que impedeix el lliscament lateral de l'esquí. Quan es desgasten es canvien per unes altres de noves i així s'evita un mínim d'errapatge.

▲ Plàstic

Afavoreix el lliscament ja que ofereix menor resistència entre l'esquí i l'herba. Per tant, redueix el coeficient de fregament considerablement. També evita que entrin brutícies dins del rail i a les grapes; fa d'element protector. Quan es desgasta i es fa malbé, es canvia per un altre només traient les plaques que el subjecten i posant el nou. Existeixen diferents tipus de plàstic amb coeficients de fregament diferents. Els plàstics de competició ofereixen menor resistència però es degraden més ràpidament.



▲ Protectors laterals interiors

Cada esquí consta de dues peces de plàstic a la seva cara interior. Aquests elements van col·locats al davant i darrera de l'esquí collats a la fusta. La seva funció és evitar que si es toquen els esquís, aquests s'enganxin i es produeixi un accident. Com altres elements també n'existeixen de diferents colors i formes. L'evolució de la seva forma respon a una millora mecànica.

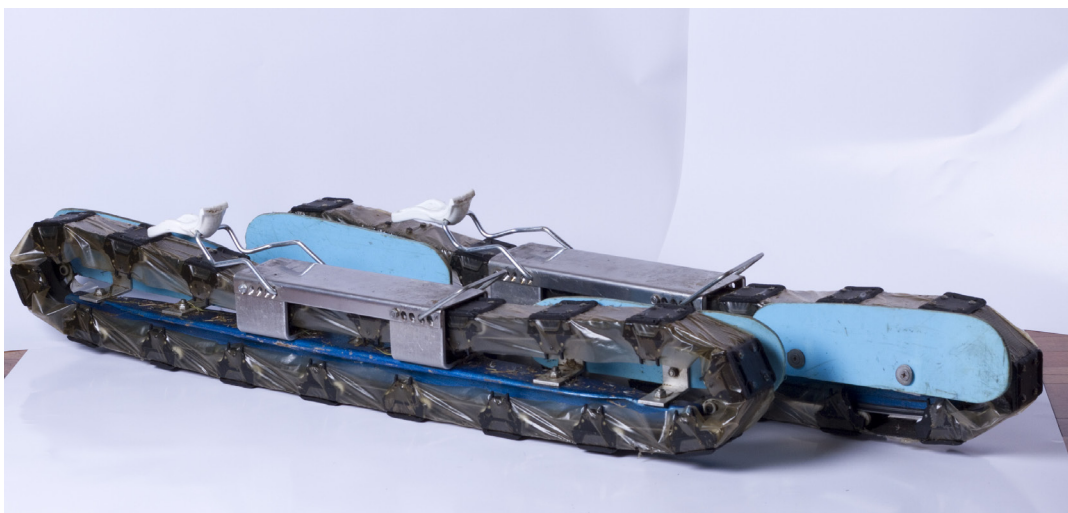


▲ Dimensions

Els esquís tenen una llargada d'entre 60 i 100 centímetres. L'amplada de la cinta és de 5 cm i els esquís fan 12 cm d'alçada. La llargada de la fusta va en funció de la llargada de l'esquí, igual que el nombre de grapes. Totes aquestes mides les tenen els fabricants i no volen explicar el seu mètode a ningú per no ésser copiats. El procés de muntatges és majoritàriament artesanal, encara que hi ha peces com les grapes i les plaques que són fetes industrialment ja que al ser de plàstic no es poden fer manualment.

El nombre de grapes varia segons la llargada dels esquís; per exemple: per esquís de 80 cm es porten 17 grapes, pels de 85 se'n porten 18, pels de 90, 19, i pels més llargs de 95, 20 o 21.

Cal destacar que la llargada de la cinta es pot regular mitjançant uns cargols. Si es fa més curts, les grapes queden més fixats al rail i per tan els esquís tenen més forces de fregament internes i corren menys. En canvi, si es deixa més lliure la cinta, els esquís podran agafar més velocitat.



3.2 FUNCIONAMENT

Per poder entendre el funcionament dels esquís d'herba cal tenir present que la fricció entre la superfície i l'esquí és gairebé mínima ja que la major part del fregament es concentra en les parts internes que formen l'esquí.

Els esquís d'herba es basen en unes parts fixes i unes altres de mòbils. Els elements que formen la part fixa (rail, fusta i fixació) són l'estructura de l'aparell i els que donen forma a l'esquí. Per altra banda, els elements mòbils (grapes i cinta) són els que permeten el moviment per poder esquiar. Aquest és el principi fonamental dels esquís d'herba: una part fixa a la qual s'adapta una part mòbil amb uns elements rotatoris i lliscants.

Tot i això, les parts mòbils que permeten el moviment tenen un inconvenient que és el fregament. Existeixen dos tipus de forces de fregament en els esquís d'herba: les internes i les externes.

▲ Forces de fregament internes

Les friccions entre els elements interns les trobem presents entre el rail i les diferents parts de les grapes. Per la part exterior del rail existeix el fregament entre les 4 rodetes de cada rodeta, i per la part interior amb dues peces que ajuden a fixar les grapes i s'intenta que llisquin el màxim possible per tal d'evitar el fregament en el major grau. Un material que permet reduir el fregament a un nivell molt baix és el DLC. Aquest material, que té un coeficient de fricció d'entre 0,05 i 0,20, recobreix la totalitat del rail de manera que aporta una major lliscament i també duresa i resistència al rail d'acer. L'altre element que ajuda a reduir el fregament en aquestes parts és l'oli que es posa al rail i a les rodetes de les grapes.

▲ Forces de fregament externes

Al tractar-se d'una estructura de tanc, el fregament entre l'esquí i la superfície no és gaire gran. Tot i això sí que existeix una fricció que es redueix gràcies a la presència del plàstic que recobreix la cinta. Ajuda també el fet de que l'herba estigui humida o molla. El coeficient de fricció és de 0,060.

▲ Com reduir la fricció?

Per tal de reduir aquestes forces de fregament internes que frenen l'esquí, i també per mantenir-lo en bon estat, es realitza el procés de posar oli en el rail i en les grapes. S'aplica un oli vegetal cada 5-8 baixades durant l'entrenament, i abans de cada cursa se'n aplica amb més atenció.

En acabar la sessió d'esquí es netegen el esquís amb aigua i sabó per tal d'eliminar les herbes i fang que s'hagi pogut quedar a dins l'esquí i pugui obstruir i dificultar el seu moviment.

Sempre és important repassar les diferents parts de les grapes perquè, al ser delicades i estar sotmeses a alta pressió, és fàcil que es trenquin.

Per reduir les forces de fricció externes, es poden usar plàstics que envolten la totalitat de l'esquí de manera que es redueix considerablement la fricció. Existeixen diferents tipus de plàstic segons les seves propietats. Evidentment, els de competició són més cars que no els altres tipus.



3.3 EVOLUCIÓ

▲ Esquís antics

El fet de que l'esquí d'herba s'inventés dècades enrera ha provocat una evolució del material que s'utilitza i principalment dels esquís. En els seus inicis els coneixements tecnològics no eren tan amplis com ho són actualment i les tècniques de construcció i disseny eren menys exactes i sofisticades. És per això que s'aprecien importants diferències entre uns dels primers esquís que es varen utilitzar i els actuals.

Per fer la comparació s'usaran uns esquís que daten de finals de la dècada dels 70 i uns d'actuals. Aquestes relíquies van ser fabricades i distribuïdes per l'empresa ALLSKY i es tracta d'un model oficialment patentat.

Pel què fa el disseny es pot observar clarament que són una involució dels esquís actuals. Això és perquè des de que es van inventar tots els fabricants han seguit el mateix concepte però s'ha anat modificant fins a arribar l'actual.

El primer que s'ha de tenir present a l'hora d'analitzar els components d'aquestes esquís és que les dimensions, comparades amb les actuals, són més reduïdes. La seva llargada no sobrepassa els 25 centímetres i la majoria dels components varien de mida respecte els que s'usen en el present.

Aquests esquís antics també tenen una estructura al seu interior però en aquest cas és de metall, més alta i més curta. En comptes de tenir un suport de fusta, aquests tenen un estret element metàl·lic que realitza la funció tan de fusta com de rail. El rail és més estret. Tot i això té la mateixa forma que els que s'usen en els esquís actuals. En aquesta estructura central s'observa la falta de proteccions laterals que eviten accidents en l'actualitat.

La fixació va subjectada a l'estructura metàl·lica, té gairebé la mateixa llargada que l'esquí en si i és aproximadament el doble d'ample que aquest. Això provocava que l'esquí tingués una baixa estabilitat. El sistema de subjecció de la bota és el mateix i també se'n pot regular la mida. La part que subjectaria el taló de la bota però, varia una mica respecte l'actual ja que s'utilitzava un sistema de molles de manera que la bota quedava ben fixada a l'esquí i en cas de produir-se una estrebada molt forta o caiguda, l'esquí saltava evitant així possibles lesions.

Analitzant ja els elements que permeten el moviment observem clares diferències. Pel què fa a les grapes trobem que estan formades per només dues rodetes que es troben a la part central de l'element i que, per tant, llisquen per la part també central del rail. Aquests no tenen la mateixa mobilitat que els actuals; això ajuntat a que l'element que llisca per la cara interior del rail no té la forma adient, fa que el fregament sigui molt més elevat. A més la subjecció d'aquestes peces no és tan segura. També n'existien de diferents colors. Pel què fa a les plaques que subjecten la cinta actual, en els esquís antics eren un element més de les grapes ja que anaven incorporades a aquests. Tenien uns puntets als seus extrems que evitaven el derrapatge.

La cinta és força diferent a l'actual. D'entrada no està feta del mateix material; era de plàstic dur. Aquest fet feia que no es poguessin tensar tant i que es trenquessin amb més facilitat. L'amplada d'aquesta és equivalent a la les grapes i no s'utilitzava el plàstic per recobrir la cinta com es fa en l'actualitat.

Cal destacar que les dimensions d'aquest esquís feia que l'estabilitat fos molt baixa i que per tant, mantenir l'equilibri a l'hora de fer els girs i controlar la velocitat fos molt més complicat. El fet de ser tan curts podia provocar en alguns casos caigudes perquè per un petit sot que ara, amb les dimensions dels esquís actuals, es passaria sense problemes, l'esquí es podia arribar a enganxar i desequilibrar l'esquiador.



▲ Justificació de les evolucions

Tots els canvis evolutius que s'identifiquen en els esquís actuals respecte el antics, representen una millora considerable, afavorint així la pràctica de l'esquí d'herba i aportant més seguretat i un millor rendiment del material.

L'augment de les mides ha estat clau per aconseguir una major estabilitat. Amb més llargada s'aconsegueix evitar possibles sotracs a més de permetre un lleuger marge a l'hora de centrar el pes al centre dels esquís.

Un altre aspecte que aporta més fermesa a l'esquí és el fet de que les peces que el formen estiguin ben agafades de manera que no puguin balancejar-se i trontollar. Després hi ha les innovadores proteccions lateral que impedeixen que si els esquís es toquen s'enganxin i pugui haver-hi un accident. A més, la fixació ha reduït la seva amplada per evitar possibles cops entre els esquís i s'ha canviat la peça que subjecta el taló de la bota perquè no es deixi anar amb un petit sotrac com passava amb els antics. El rail, a diferència dels esquís antics, és una peça individual que té una certa flexibilitat. Així té un lleuger marge de deformació que afavoreix la conducció dels girs i l'amortiment de les irregularitats del terreny.

Amb aquestes millores els esquís poden suportar molta més força i així permetre un esquí més agressiu i dinàmic.

El major nombre de rodetes presents en les grapes, així com també el major nombre de grapes i la millora de les peces que llisquen a la cara interior del rail redueixen el coeficient de fregament i faciliten el moviment de l'esquí amb una transmissió més constant del moviment.

El major nombre de grapes implica més plaques a l'exterior de l'esquí. L'evolució d'aquestes permet evitar encara més les oscil·lacions en la trajectòria de la corba (derrapatge lateral).

Per últim, el teixit sintètic del qual està feta la cinta permet que s'adapti millor a la forma de l'esquí i que pugui estar sotmesa a una tensió més elevada. El plàstic exterior redueix el fregament i ajuda a protegir els components del l'esquí de moltes impureses que podrien alterar el seu funcionament normal.

4. LA PISTA

Per decidir la ubicació idònia de la pista d'esquí d'herba es compararan tres possibles pendents situades a l'estació de La Molina. Les pistes s'anomenen Pedró, Fontcanaleta i Pista Llarga, i cadascuna té unes característiques determinades pel què fa a localització dins de l'estació, estat del terreny, remuntador i sistema de reg.

Normes generals FIS pel què fa a llargada, amplada i pendents.

Manual per noves pistes d'esquí herba i seguretat

Aquí es presenten els punts clau què ha de tenir tota pista preparada per a la pràctica de l'esquí d'herba. Les dimensions són relatives ja que després, la persona de la FIS encarregada de l'homologació de pistes, és qui té l'última paraula.

▲ **Dimensions i característiques**

- Per l'eslàlom especial es requereix una longitud compresa entre els 350 i els 400 metres i un desnivell de menys de 80 metres. Si el desnivell és més gran, la longitud pot ser menor.
- Per l'eslàlom gegant es requereix una longitud d'almenys 450/500 metres i un desnivell d'entre els 90 i els 100 metres. Si el desnivell és més gran, la longitud pot ser menor.
- Pel SuperG una longitud no inferior als 500 metres i un desnivell d'almenys 100 metres. Si el desnivell és més gran, la longitud pot ser menor.
- L'amplada de la pista ha de ser al voltant de 40/50 metres per tal de permetre als esquiadors una selecció de les trajectòries prou ampla i perquè hi hagin zones d'escapament i desacceleració, amb la finalitat de garantir sempre la màxima seguretat.
- El pendent de les pistes ha de ser d'entre un 20% i un 26% - 28%, per garantir una velocitat ideal durant la baixada.
- S'ha d'intentar que la pista no tinguin grans inclinacions cap al costats, així com també evitar els desaigües per la neu i excessives compressions difícils de passar.

Aquestes indicacions donen una idea general de les característiques de les pistes d'esquí d'herba per tenir un resultat interessant i qualitatiu.

▲ **Àrea de sortida**

Ha de ser un espai elevat que faciliti la preparació de l'esquiador abans de la sortida i li aporti comoditat. Una rampa de sortida serà necessària en les competicions oficials. Les característiques i dimensions estan senyalades a la norma internacional FIS al punt 613,2.

▲ Zona d'arribada

La zona d'arribada i desacceleració és molt important ja que, degut a les característiques de l'esquí d'herba, els espais de desacceleració mai són massa grans i la seguretat dels esquiadors és essencial.

- Ha d'estar lliure d'obstacles (forats, arbres...) per tal de facilitar la desacceleració i com més ample sigui, millor.
- Al final del descens l'esquiador està més cansat que a la sortida i les capacitats per canviar de trajectòria o per recuperar-se de possibles errors és menor.
- Les delimitacions i les proteccions dels possibles obstacles han de ser les indicades d'acord amb la norma internacional i la seva posició segueix les indicacions del prospecte d'homologació per evitar perills potencials.

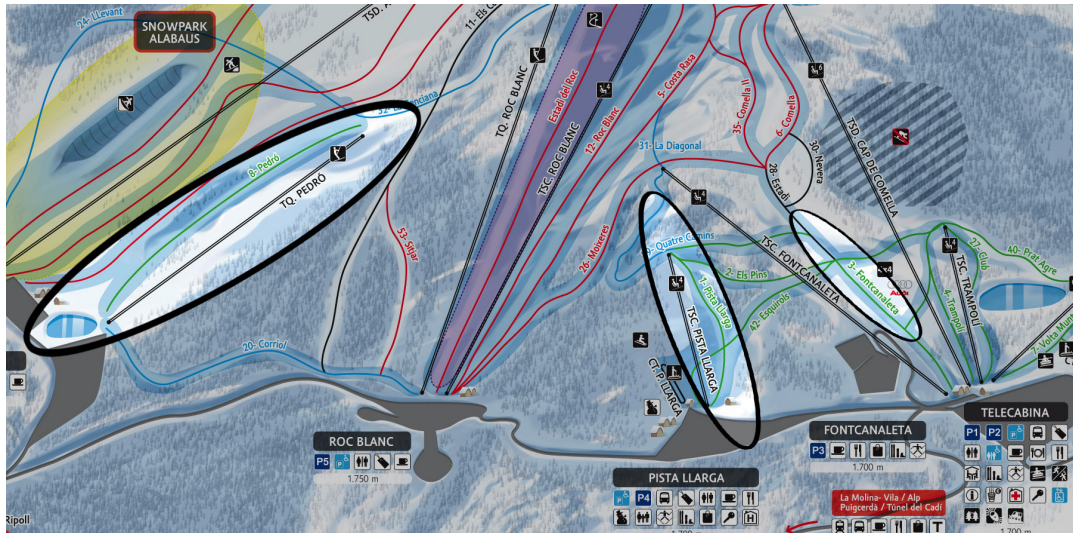
▲ Delimitació de la cursa

- S'usen matalassos per protegir possibles obstacles potencialment perillosos, es delimita la superfície útil amb xarxes de tipus de protecció confirmat (a partir de la prescripció de l'homologació) per tal de garantir la màxima seguretat dels esquiadors.
- Cal ampliar els espais de desacceleració i la seguretat degut a les característiques de l'esquí d'herba ja que és impossible frenar de cop. Per planificar aquestes espais s'han de considerar les velocitats màximes que es poden aconseguir durant el descens amb els esquís que s'usen actualment.
- També és important delimitar amb xarxes de protecció la zona del remuntador si aquest puja per la mateixa pista. D'aquesta manera s'eviten possibles accidents potencialment perillosos.

▲ Superfície

- El mantell d'herba ha de ser suau i sense orificis, canals, i de petites pedres que puguin perjudicar a l'esquiador durant el descens, amb el risc de bloqueig dels esquís i una conseqüent caiguda de l'esquiador.
- L'herba normalment ha d'estar tallada (5/7 cm), amb els tallagespa convencionals, i s'ha d'evitar un creixement excessiu que podria crear dificultats al funcionament dels esquís i als esquiadors. Així doncs, cal un cert treball de manteniment i neteja.
- A totes les pistes hi ha d'haver-hi una zona delimitada dedicada al rentat dels esquís per facilitar als esquiadors el manteniment dels seus esquís.

4.1 COMPARACIÓ UBICACIONS



Ubicació de les possibles pistes a l'estació de La Molina.

▲ Pedró

Estadi Pedró (Sortida a l'alçada del telesquí i arribada habitual)

Desnivell: 105 metres

Longitud: 430 metres.

La pista del Pedró està situada a la zona dels Alabaus, a l'est de l'estació, bastant allunyada de les oficines centrals i dels centre neuràlgic de l'estació. Tot i això té les característiques ideals per una pista d'esquí d'herba. Pel que respecta al pendent, té una inclinació constant durant la major part de la seva llargada; aquesta s'incrementa en els metres finals per afegir més dificultat a la baixada. També disposaria de la possibilitat de variar la part de pendent final per un amb menys inclinació agafant una desviació de fàcil accés.



Un dels avantatges que presenta aquesta ubicació és el fet de tenir un remuntador, en aquest cas un telesquí, ja instal·lat, al qual tan sols s'hauria de posar un terra de plàstic dur per tal d'evitar les irregularitats del terreny. A més, aquest està separat de la pista amb uns arbres primer, i més amunt per una barrera de terra tot i que s'hi haurien de col·locar unes xarxes protectores. La seva llargada és la mateixa que la de la pista, cosa que evitaria haver de desplaçar-se per arribar a la sortida.

Com ja s'ha dit disposaria de la possibilitat d'habilitar dos possibles recorreguts de manera que es podrien realitzar carreres en totes les categories i disciplines possi-

bles. La totalitat de les dues pistes disposen de canons de neu amb sondes de temperatura i d'humitat de manera que, per estalviar-se costos, es podrien utilitzar com a sistema de reg. Tan sols s'hauria de canviar la bomba d'aigua ja que la que hi ha instal·lada per l'hivern té molta potència i un consum molt alt. L'aigua s'obtidria del llac artificial situat al peu de la pista.

La pista és observable en la seva totalitat des de la zona per parar. Això representa un punt positiu per a possibles competicions i entrenaments.

Disposa d'una zona àmplia per parar que evitaria possibles accidents. A més hi ha un extens aparcament, un bar-cafeteria amb terrassa que té vistes a la pista i un magatzem per guardar material.

Els principals inconvenients serien la distància respecte el centre mèdic i les oficines de l'estació. Tot i això a l'hivern també es realitzen competicions en aquesta zona esquiable. Caldria un procés per despedregar la pista i seria necessari tancar un camí amb una estructura, ja hi ha pistes així dins de la Copa del Món de Grass ski. El darrer inconvenient seria que des de la sortida no és visible el mur final però sí la zona de frenada.



▲ Fontcanaleta

Fontcanaleta seria una altra possibilitat per a la ubicació de la pista. La seva situació dins de l'estació és molt bona ja que té les oficines i el centre mèdic a tocar. En la seva zona també hi ha diversos bars però cap d'ells té visió directa amb la pista. Com el Pedró necessitaria unes tasques per treure les pedres de la pista però també caldria tapar les rases que treuen l'aigua del desglaç, tasca bastant complexa i costosa. El terreny a més té moltes pedres degut als moviments de terres que es varen fer a la zona recentment.

Per regar s'utilitzaria el sistema de canons ja instal·lat que cobreix tota la pista. L'aigua s'obtindria del llac situat a la zona de Trampolí, a uns 200 metres de la pista. S'hauria de canviar la bomba per una de menor potència per reduir costos. La pista és travessada per un camí que també s'hauria de tapar. La seva longitud no seria apte per a realitzar totes les disciplines ja que és d'uns 300 metres i només 61 de desnivell. En tot cas s'hauria d'utilitzar una zona molt llarga de pla, cosa no gaire positiva. Això si, la zona per parar seria molt llarga i còmode.



La pista es pot observar en la seva totalitat tan des de la sortida com des del pla final. L'inconvenient més gros seria la necessitat d'instal·lar un remuntador, un fet molt difícil degut a la dificultat d'obtenir els permisos necessaris i el gran cost de construcció.

▲ Pista llarga

La darrera opció possible seria la Pista Llarga. En l'apartat d'història ja s'ha explicat que en aquesta mateixa pista es realitzava esquí d'herba pels volts dels anys 80 del segle passat. Tot i això els mètodes han canviat i actualment ja no es puja a peu i s'han de prendre més mesures de precaució establertes per la normativa internacional.

La seva localització és molt propera a la de Fontcanaleta. Així, queda molt a prop de les oficines i del centre mèdic. A peu de pista hi ha un bar-cafeteria amb vistes a la major part de la pista. També hi ha una botiga d'esport i lloguer de material fet que permetria introduir l'esport als turistes o aficionats a l'esquí.

El sistema de reg seria a partir de canons i de remuntador s'utilitzaria el tele-cadira ja instal·lat. Un factor negatiu és l'enorme consum d'aquest remuntador. També farien falta les tasques d'adequació de la pista que inclouria tapar un camí, treure pedres i col·locar



proteccions. la sortida seria més a baix d'on finalitza el remuntador. D'aquesta manera la pista seria observable en la seva totalitat tan des de d'alt, com des de baix. Hi ha un important inconvenient i és que, a part de ser una pista curta i majoritàriament plana, té una inclinació cap al costat en la seva totalitat. Aquests aspectes són força perjudicials per a l'esquí d'herba ja que impedeixen la bona i segura realització de l'esport. La zona per parar també seria molt àmplia i còmode.



▲ Conclusions

A partir de les característiques de les tres possibles ubicacions, i un cop analitzats tan els aspectes tècnics, d'adequació, dels pendents, costos i consums entre d'altres, s'ha arribat a la decisió d'elaborar el projecte amb totes les seves parts a la pista del Pedró.

Aquesta opció passa per davant de la de Fontcanaleta per la complexitat que representaria el projecte ja que s'hauria d'instal·lar un remuntador i seria una tasca molt complexa pel què fa a permisos i a més suposaria uns elevats costos.

En la comparació amb la Pista Llarga, el Pedró també presenta més avantatges que no pas desavantatges. Tot i estar allunyada del centre neuràlgic, la pista té un pendent més adequat per a la pràctica de l'esquí d'herba i el remuntador consumeix molt menys. A més, els costos d'explotació, com es pot comprovar a la taula següent, són més baixos, tot i que després els beneficis també siguin lleugerament inferiors.

4.2 PISTA PEDRÓ

4.2.1 UBICACIÓ I SERVEIS

La pista verda del Pedró, com ja s'ha vist en l'apartat anterior, es troba localitzada en un punt allunyat del centre neuràlgic de l'estació. Al sud-est d'aquesta. Té la particularitat que és la part amb més hores de sol de l'estació. A més, com que es practicaria durant els mesos d'estiu, sempre tindria sol i no afectaria negativament als esquiadors.

A la pista s'hi pot arribar mitjançant la collada de Toses, per la carretera del coll de la Creueta que ve de Castellar de N'Hug i per la carretera de Puigcerdà. Al la zona d'Alabaus, on està ubicada, hi ha dos grans aparcaments amb una capacitat total d'uns 300 vehicles. També hi ha pàrquings reservats per a minusvàlids.

A part d'això, en aquest zona també hi ha un bar-cafeteria amb terrassa amb vistes a la pista, una taquilla per a la venda de forfets i serveis. Està situada a una alçada de 1825 metres.



4.2.2 DIMENSIONS I CARACTERÍSTIQUES

La pista té una longitud total de 475 m, i un desnivell acumulat de 105 metres (ded de 1940 m, on està la sortida, fins a 1835 m, on estaria la suposada arribada; només s'utilitzarien 430 metres de longitud en la majoria de competicions). Al variar les longituds es podria homologar per a totes les disciplines de competició. Té una àrea aproximada de 14.500 m². La major part de la pista té un pendent suau ideal per a la pràctica de l'esquí d'herba. A més té una amplada de més de 40 metres que permet realitzar l'esport amb seguretat. La zona final és la més complicada ja que hi ha una variació del pendent. Tot i això, la variació és progressiva de manera que permet a l'esquiador adaptar-se al pendent. Durant la baixada, el remuntador quedaria a l'esquerra de l'esquiador. La pista no té contrapendents que perjudiquin la pràctica de l'esquí.

Al final de la pista hi ha una zona de contrapendent que seria la zona de frenada de manera que els corredors no haurien de fer cap esforç per aturar-se. També serviria com a zona pels espectadors ja que s'observa la totalitat de la pista des d'aquella posició.

4.2.3 ADEQUACIÓ

La feina més feixuga a l'hora de començar un projecte són les tasques d'adequació. En el cas de la pista d'esquí d'herba que s'està dissenyant, caldrien diverses feines per tal de posar el terreny a punt per a la pràctica de l'esquí. Tot i això, aquestes feines no representen una gran despesa econòmica, però sí hores de dedicació.

La primera i principal, seria despedregar tota la pista, inclòs el recorregut del remuntador. D'aquesta manera s'eliminen perills potencials per a l'esquiador. Aquesta tasca l'haurien de realitzar persones que podrien ser operaris de l'estació. Amb uns 3 dies de feina es podria deixar la pista neta de pedres i altres elements perjudicials.

La segona tasca consistiria en desmuntar els canons que es troben al mig del recorregut, en total són 8 els que caldria desmuntar per tal d'aconseguir més amplada i seguretat. En aquest procés caldria allargar els tubs d'aigua i de corrent per tal de poder-los connectar al nou sistema de reg. Després caldria anivellar alguna possible irregularitat del terreny per tal d'evitar les compressions inesperades de la pista així com també revisar la zona de la sortida. Caldria utilitzar terra per tapar els forats de la pista i les sortides dels canons ja desmuntats. Aquestes tasques també les podrien realitzar els treballadors de l'estació.

La tasca següent seria la instal·lació del aspersors industrials que servirien com a sistema de reg i la sembra d'herba per tal de fer-ne créixer més. S'ha d'obtenir un gruix d'un 5-7 centímetres d'herba natural. S'utilitzaria el sistema de hidrosembra. Es tracta d'una barreja de grana (llavors) d'herba amb adobs per provocar l'esclat de la grana molt ràpidament i una mescla de material que ajuda a aguantar la grana a terra davant d'afectes externs (vent, fortes avingudes d'aigua, ocells...) fins que comença a brotar. Són trames de teixits orgànics biodegradables de fibres d'origen vegetal que, fixades en tota la superfície del terreny, tenen com a objectiu adaptar-se al sòl per facilitar la recolonització de vegetació en terra àrida i/o erosionada. La principal funció és que faciliten la sembra de llavors retenint la humitat i propiciant mesures protectores per a garantir la colonització de vegetació. Aquest tipus de plantació es realitza mitjançant unes mànegues ja que es reparteix la mescal barrejada amb aigua. Així els principals avantatges són la rapidesa de l'activitat, la facilitat de cobrir una gran àrea en poc temps, és molt efectiva per a zones amb pendent i erosionades... L'únic inconvenient és que té un cost una mica superior a la plantació normal. Tot i això, els resultats favorables la posen per davant. Els resultats s'obtenen en unes 3 o 4 setmanes, i, a més, continua creixent de manera abundant. A la zona del Pedró hi ha diversos arbres. Tot i això, és una sort que no estiguin dins del recorregut previs ja que els permisos per treure'n un serien molt complicats d'assolir perquè es tracta d'una zona verda.

També caldria col·locar un terra de plàstic resistent a tota la llargada del remuntador per tal d'evitar les irregularitats del terreny i facilitar un transport més còmode als esquiadors. També s'hauria de preparar una zona amb sortides d'aigua i bancs perquè

els esportistes puguin netejar els seus esquís després de l'esquiada. Aquesta zona es podria ubicar al costat de la pista (a la zona d'arribada), aprofitant la sortida d'aigua d'un canó o portant una mànega des de la sortida d'aigua dels serveis.

Una de les tasques més complicades a realitzar seria la construcció d'una estructura metàl·lica tubular per tal de tancar el camí que creua l'última part de la pista o bé eliminar-lo cobrint-lo completament amb terra. Aquesta aspecte s'analitzarà a fons en l'apartat de construccions.

Per últim ja només caldria desviar el camí que creua la zona de frenada. No és un aspecte que preocupi molt ja que hi ha un camí alternatiu com es mostra al mapa: .

 Camí actual que s'eliminarà

 Camins alternatius



Quan es comencés la pràctica de l'esquí, a l'inici de la temporada, s'haurien de posar les xarxes de protecció homologades a tota la pista, cobrir amb matalassos la zona d'arbres i els aspersors. També caldria muntar la caseta de sortida i fixar-la a terra el l'espai adjudicat com es veurà més endavant.

Si es volgués adaptar un altre recorregut alternatiu s'haurien de fer també les tasques d'adequació que s'han explicat per aquesta zona. El nou recorregut podria servir per fer curses de super gegant o bé adaptar-la amb un *telecorda* pels que comencen a provar l'esquí d'herba es puguin adaptar.

4.2.4 PERMISOS I REVISIONS

El fet d'estar situada dins de l'estació d'esquí fa que no s'hagin de demanar permisos especials. Tan sols caldria un permís municipal per fer l'activitat que es concediria després d'una revisió completa de la pista, el remuntador i les proteccions. Seria el mateix tipus de revisió que a l'hivern. Amb les tasques d'adequació ja es prepara la pista perquè pugui passar aquestes revisions. A l'inici de la temporada el faria una revisió elèctrica i mecànica del remuntador. Es tracta d'una revisió més exhaustiva que la realitzen tècnics especialitzats.

Després caldrien unes revisions diàries i mensuals del remuntador i de la pista. Aquestes la farien els operaris de manteniment de l'estació. La diària consisteix en mirar que tot estigui a lloc i funcioni (proteccions, sistema de reg i remuntador) i la mensual és més completa ja que s'analitza la seguretat de tota la instal·lació.

Per fer la revisió diària del remuntador es deixa anar una perxa i es comprova des de baix que tot vagi bé (Check List: un document molt simple on estan especificades les tasques de revisió diàries i mensuals). La revisió més important és l'annual i les altres son simplement per tenir un control rutinari.

4.2.5 SISTEMA DE REG

En un principi s'havia plantejat com a sistema de reg els canons ja instal·lats a la pista. Tot i això, un cop observat el seu consum i la seva posició dins de la pista, s'ha optat per escollir uns aspersors industrials que consumeixen molta menys energia. Aquests aspersors utilitzarien tan el circuit d'aigua com l'alimentació elèctrica dels canons. Els canons es desmuntarien a l'acabar la temporada i d'hivern tan sols s'haurien de cobrir els seus fonaments amb una capa de terra d'uns 10 centímetres.

Aquests aspersors industrials tenen un consum de 22m³/h quan treballen a una pressió de 5 bars.

La bomba utilitzada podria ser la mateixa que la dels canons o bé es podria optar per canviar-la i utilitzar, durant l'estiu, una de menor potència, aproximadament d'un 5 kW, amb la que ja n'hi hauria prou perquè tan sols funcionarien com a molt 7 sortides d'aigua.

Així, el sistema de reg es controlaria des de la Sala de Màquines d'Alabaus i s'aprofitarien, com ja s'ha dit, les arquetes d'aigua dels canons i l'aigua del llac dels Alabaus. D'aquesta manera no s'hauria de fer cap inversió, només caldria canviar al bomba d'aigua si es considera convenient ja que l'actual té molta potència (500kW) i per tan consumeix molt. La nova bomba seria de 5 kW, i tindria un cost d'uns 3000€.

La irrigació amb aspersors industrials aprofitarien les vàlvules i les arquetes ja existents. A més, aquests aspersors cobreixen una gran zona de terreny i es pot regular la seva potència i direcció molt fàcilment. A més de tenir una capacitat de reg molt important, no caldria comprar-los ja que l'estació ja els té en propietat i durant l'estiu no s'utilitzen.

Al tenir les sondes d'humitat permetria l'automatització del sistema de reg si es volgués. El fet d'aprofitar les sortides dels canons, ens permetria col·locar-los a la mateixa alçada que aquests. Fins i tot no seria necessari utilitzar-ne tants com canons es traïen ja que cobreixen una àrea més gran.



Imatges representatives de les característiques dels aspersors. Rotació, angles d'inclinació variable, dispersió de l'aigua i gran longitud d'abast.

Característiques del aspersors

Nom: Twin 101

Vari – Angle: 10° - 28°

Trajectòria regulable

Rotació

Broquets cònics

Pressió: 2,5 fins 6,5 bars.

Pressió de treball per regar: 4 bars // Cabal: 19,7 m³/h // Radi: 36,3 m // Broquet: 16 mm // Angle: 24°

* Per cada 3° que es varia la inclinació, el radi varia entre un 3 i un 4%.

Es necessitarien 6 aspersors, com a mínim, per cobrir tota l'àrea de la pista del Pedró.

Taula de característiques de l'aspersor Twin 101:

Twin 101 Broquet cònic - Inclinació 24°																					
Pressió bar	Boquilla 12 mm - 0.47"			Boquilla 14 mm - 0.55"			Boquilla 16 mm - 0.63"			Boquilla 18 mm - 0.71"			Boquilla 20 mm - 0.79"			Boquilla 22 mm - 0.87"			Boquilla 24 mm - 0.94"		
	Caudal		Radio	Caudal		Radio	Caudal		Radio	Caudal		Radio	Caudal		Radio	Caudal		Radio	Caudal		Radio
	m ³ /h	l/s	m	m ³ /h	l/s	m	m ³ /h	l/s	m	m ³ /h	l/s	m	m ³ /h	l/s	m	m ³ /h	l/s	m	m ³ /h	l/s	m
2,0				10,6	2,96	26,0	13,9	3,86	27,9	17,6	4,89	29,7	21,7	6,04	31,5	26,3	7,30	33,1	31,3	8,69	34,7
2,5				11,9	3,31	28,3	15,5	4,32	30,4	19,7	5,47	32,4	24,3	6,75	34,3	29,4	8,17	36,1	35,0	9,72	37,8
3,0	9,6	2,66	27,9	13,0	3,62	30,3	17,0	4,73	32,6	21,6	5,99	34,7	25,6	7,39	36,7	32,2	8,95	38,7	38,3	10,65	40,5
3,5	10,4	2,87	29,5	14,1	3,91	32,1	18,4	5,11	34,5	23,3	6,47	36,8	28,7	7,99	38,9	34,8	9,66	41,0	41,4	11,50	43,0
4,0	11,1	3,07	31,1	15,1	4,18	33,8	19,7	5,46	36,3	24,9	6,91	38,7	30,7	8,54	41,0	37,2	10,33	43,1	44,3	12,29	45,2
4,5	11,7	3,26	32,5	16,0	4,44	35,3	20,9	5,80	38,0	26,4	7,33	40,5	32,6	9,05	42,8	39,4	10,96	45,1	46,9	13,04	47,3
5,0	12,4	3,44	33,8	16,8	4,68	36,8	22,0	6,11	39,5	27,8	7,73	42,1	34,4	9,54	44,6	41,6	11,55	46,9	49,5	13,74	49,2
5,5	13,0	3,60	35,1	17,7	4,91	38,1	23,1	6,41	41,0	29,2	8,11	43,7	36,0	10,01	46,2	43,6	12,11	48,7	51,9	14,42	51,0
6,0	13,6	3,76	36,3	18,4	5,12	39,4	24,1	6,69	42,4	30,5	8,47	45,1	37,6	10,46	47,8	45,5	12,65	50,3	54,2	15,06	52,7
6,5	14,1	3,92	37,4	19,2	5,33	40,6	25,1	6,96	43,6	31,7	8,81	46,5	39,2	10,88	49,3	47,4	13,17	51,9	56,4	15,67	54,4

Aquests aspersors tenen moltes avantatges respecte altres sistemes de reg i també respecte els canons de neu.

La seva instal·lació pot ser estacionària, és a dir, no cal que estigui fixat a terra. Es pot moure fàcilment entre dues o tres persones. D'aquesta manera seria fàcil col·locar-los en la posició adient a l'hora de regar i, si molesten, canviar-los de posició.

Poden funcionar a diferents nivell de pressió. El seu sistema de propulsió permet una millor difusió de l'aigua. El sistema de repartiment permet que l'aigua es dispersi just quan surt del canó. D'aquesta manera l'aigua no arriba al terra tota de cop, sinó que es reparteix com la pluja. Això permet no malmetre el terra i evitar la formació de balsals d'aigua. Amb aquest sistema no cal utilitzar broquets secundaris.

Una altre avantatge d'aquest sistema és el fet de que en l'arrencada de l'aspersor, l'aigua es dispersa i comença a regar abans de que aquest comenci el moviment de rotació.

La rotació que fan per regar és lenta i constant, i es pot regular l'angle de rotació. D'aquesta manera es redueixen les vibracions i les oscil·lacions, eliminant així les sacsejades i al seu torn s'evita la possibilitat de que caiguin a terra. A més, té una gran flexibilitat de funcionament ja que s'adapta automàticament als canvis de pressió i broquets.

Té una velocitat de rotació constant que permet distribuir l'aigua de manera adequada i segura.

El fre és automàtic; la velocitat de rotació sempre va lligada amb la pressió en què es reparteix l'aigua. Per tant, la frenada va d'acord amb la pressió existent.

La velocitat constant de rotació permet repartir l'aigua uniformement per tota l'àrea regada. L'aspersor, al no tenir coixinets per a la rotació, no requereix cap tipus manteniment.

El sistema de dispersió d'aigua permet la distribució d'aquesta a baixa pressió ja que l'escampa per una àrea major. Aquesta peça permet estalviar energia (a la bomba) i reduir els costos de l'operació.

Una altra característica és la possibilitat de variar l'angle d'inclinació del canó de l'aspersor. D'aquesta manera es poden evitar els efectes del vent o fer que siguin menors. Així, s'aconsegueix una major eficàcia de reg. És el sistema "Vari-Angle".



4.2.6 REMUNTADOR

El telesquí del Pedró és un remuntador desembragable, amb perxes rígides de disc. 4 de les 5 pilones són de suport (el cable passa per sobre, serveixen per aguantar-lo). L'altre és mixta: de suport i compressió ja que també dona potència al cable. L'arrancada també dona potència al cable perquè giri i arrastri les perxes. Així en total té 5 pilones de línia més l'arrencada i el suport final on el cable canvia de sentit.

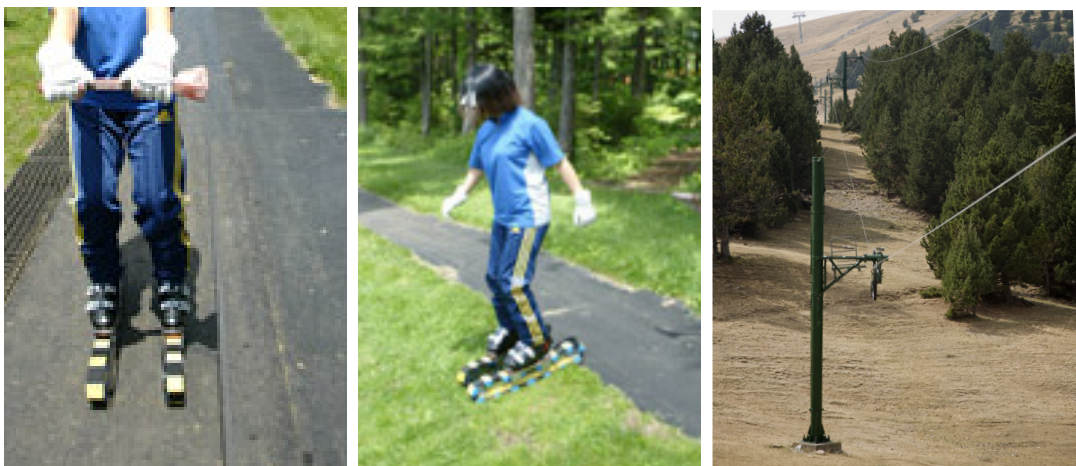
Té un desnivell de 136 metres i una longitud total de 538 tot i que no s'utilitza tota, només fins l'última pilona. Per tan el desnivell seria d'uns 122 metres i la llargada d'uns 510 metres. Tot i això, per poder accedir a la sortida de la pista d'esquí d'herba, el telesquí tindria el final a 1940 metres; la longitud quedaria reduïda a 500 metres. Això sempre parlant en termes del remuntador; no de la pista. L'arribada es marcaria amb una xarxa que no permetria continuar.

El remuntador té una capacitat de 600 persones/hora. Té una potència total de 30kW, això quan treballa al 100% de potència i per tan a màxima velocitat. Per reduir costos i evitar accidents es pot treballar a al 50 o al 60 per cent de la seva potència total. Així el consum quedaria reduït entre 20 i 15 kWh. Amb aquest consum que és el que es sol utilitzar, el remuntador va a una velocitat de 3m/s.



El remuntador està ubicat a la dreta de la pista del Pedró si es mira la pista des de baix. En el primer tram no està separat per cap element de la pista, per tant, caldria col·locar-hi unes xarxes protectores. El segon tram és el més segur ja que està separat de la pista per uns arbres. El tercer i últim tram és igual que el primer i s'hauria de fer el mateix. De totes maneres, en aquest darrer tram es deixarien uns espais cada 10 metres a les xarxes perquè els esquiadors que ho desitgessin poguessin començar des de la meitat de la pista i no fer-la tota.

La totalitat del remuntador s'hauria de cobrir, per evitar les irregularitats, amb un terra de goma com aquest:



Per intentar reduir els costos de la instal·lació, es plantejarà, en l'apartat d'energia renovable, la possibilitat de col·locar un sistema de plaques solars que aniria per sobre el remuntador. D'aquesta manera es podria utilitzar la seva estructura i no caldria demanar permisos de construcció. Tan sols els de medi ambient perquè no afecti visualment el paisatge. L'altre permís, aquest ja més complicat, seria el de demanar si es podrien posar uns suports al principi i al final de remuntador que anirien fixats a la muntanya per fixar millor el sistema de plaques solars. Tots aquests aspectes s'analitzaran en l'apartat ja anomenat.

4.2.7 MANTENIMENT

Un com realitzades les nombroses tasques d'adequació quan es comença el projecte, les feines de manteniment són rutinàries i simples; fins i tot automatitzades. Aquestes feines les podrien realitzar els treballadors de l'estació. Tan sols caldria revisar diàriament que el remuntador funcionés correctament (frens, oli...), comprovar que totes proteccions estiguin al seu lloc, quan l'herba sobrepassés els 7 centímetres o més caldria tallar-la amb un talla gespa. Evidentment aquestes feines estarien dins del seu contracte.

A l'inici de cada temporada caldria fer una revisió més exhaustiva del remuntador (comprovar cada pilar, cada perxa, posar oli...) així com també tornar a col·locar les proteccions, el terra del remuntador, treure les possibles pedres i si cal ressemar, muntar i fixar la casseta de sortida i l'estructura del camí, desmuntar els canons... Aquestes feines també convindria fer-les al final de la temporada d'estiu.

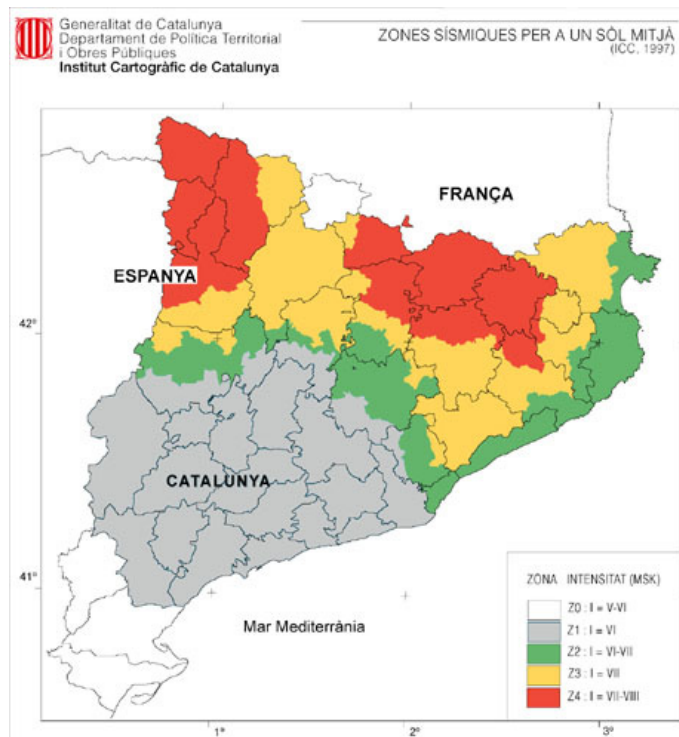
Tot i això, la feina diària durant la temporada seria molt poca. El més essencial seria regar la pista cada dia 2 cops (un al principi i l'altre al final) si no plou. Aquest procés podria estar controlat des de les oficines de l'estació mitjançant un programa informàtic del qual l'estació ja disposa, que controla la humitat de la pista, el funcionament dels canons (en aquest cas els aspersors)...

4.2.8 MAPES

Just en el punt on comença la pista d'esquí d'herba hi ha un canvi de pendent. És a dir, a darrera seu hi ha les pistes amb més inclinació. Aquest fet podria provocar que per culpa de fortes pluges o altres factors, poguessin baixar pedres. Tot i això seria molt difícil que arribessin a afectar la zona preparada per a la pràctica de l'esquí d'herba. Però com que no es pot preveure el que pot passar, seria necessari col·locar una xarxa de protecció per prevenir

possibles esllavissades. Cal destacar que la zona del Pirineu català és d'alta activitat sísmològica. Sempre es van produint petits terratrèmols. Tot i això, com que el projecte no inclou cap construcció important a part dels suports a la muntanya del sistema de plaques solars i la construcció del camí, no cal prendre mesures tenint en compte que si hi ha moviment sísmic sempre és de baixa intensitat i no causa desperfectes.

Dos més on apareixen les corbes de nivell, el tele-esquí, el llac, la zona de la pista i els aspersors entre d'altres:



4.2.9 HOMOLOGACIÓ

Tenint en compte les normes d'homologació actuals (pàg. 32) perquè una pista sigui acceptada com a apte per a realització de curses FIS, es pot veure com la pista del Pedró compliria tots els requisits indispensables per ser acceptada.

El fet de tenir una llargada total d'uns 420 metres i un desnivell màxim de 120 metres, i un pendent que està dins dels paràmetres establerts, permetrien que pogués albergar competicions tan d'eslàlom, gegant i super gegant. En el cas de les proves d'eslàlom s'hauria de començar des d'un punt inferior a la sortida principal i en gegant l'arribada s'hauria de posar més amunt per reduir la llargada total.

Pel què fa l'amplada, per garantir la màxima seguretat possible, també seria la correcta ja que es troba entre 40 i 50 metres en la totalitat de la pista. A més no té contrapendents destacats.

L'altre part que és necessària és un sortida de fàcil accés i còmode pels corredors que permeti obtenir una bona velocitat inicial. Com es veurà en l'apartat de construccions, s'ha dissenyat una casseta que compleix aquestes condicions i les altres que exigeix la FIS per a les sortides.

La zona d'arribada és d'una amplada destacable i sense obstacles on els corredors poden frenar sense cap problema. També respecta les condicions d'homologació.

Així doncs, la pista compliria tots els requisits per ésser homologada.

4.2.10 IMPACTE AMBIENTAL DE LA INSTAL·LACIÓ

La realització d'aquest projecte no presentaria cap impacte destacat en general. A més, la majoria dels petits impactes no serien permanents.

Així, el principal impacte visual seria la col·locació del sistema de plaques solar a sobre del remuntador. Tot i això, al ser tan sols un complement no variaria gaire la situació actual.

Els petits impactes no permanent serien: l'estructura per salvar el camí, les casetes de sortida, la col·locació de xarxes de protecció i dels pals d'entrenament, i, a molt estirar, l'aparició d'algun camió en el procés de treure pedres i fer la hidrosembra.

L'altre problema podria ser la queixa dels ecologistes per fer esport sobre l'herba de la muntanya. Però com que està permès pels permisos d'explotació esportiva que té l'estació, no es consideraria impacte ambiental.

5. CONSTRUCCIONS

Tota pista d'esquí d'herba necessita una caseta de sortida davant la possibilitat d'organitzar competicions o simplement pels entrenaments. Així doncs es pretén dissenyar-ne una respectant les normes que estableix la FIS en el seu reglament.

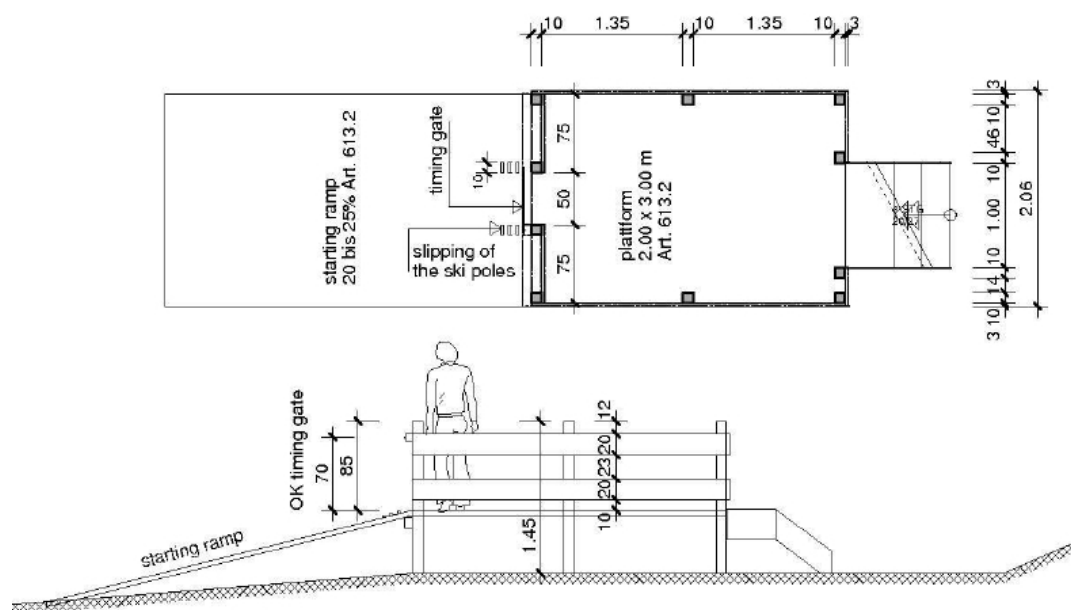
A l'hora de realitzar el disseny s'intentarà aportar comoditat als esportistes abans de la seva baixada amb una espai ampli i sense perills a més de buscar la màxima estabilitat de la caseta adaptant-la al terreny. A més, degut a l'energia elèctrica que consumirà la instal·lació, es col·locaran un seguit de plaques solars al sostre de la construcció per tal de captar energia solar i utilitzar-la en el conjunt de la instal·lació. Així doncs, també caldrà estudiar la millor orientació de la caseta tenint en compte el sol i la pista d'esquí.

5.1 NORMES FIS - ARTICLE 613.2

La rampa de sortida ha d'estar preparada per tal de que els competidors puguin estar relaxats a la sortida i perquè puguin aconseguir la major velocitat possible en la sortida. Les pistes que són molt planes a la zona de sortida i que tenen un pendent inferior al 12% requereixen una rampa de sortida obligatòria.

Descripció tècnica:

- Pendent: 20 a 25%
- Mida de la plataforma com a mínim de 2x3 metres (ha d'estar protegida lateralment per una barana i s'han de cobrir com a mínim 2 metres d'alçada).



Startrampe Art. 613.2

La rampa ha d'estar coberta per una catifa en la seva totalitat i no pot tenir cap forat. L'accés a la rampa ha de ser segur. La rampa ha de ser estable i no pot trontollar. A fora de la porta de sortida, al començament de la rampa, hi ha d'haver unes marques per col·locar els pals d'esquí i que evitin el seu lliscament proporcionant un bon punt de recolzament. Lleixes de fusta, amb una longitud d'aproximadament 1m i una alçada d'uns 10 cm, tenen que estar a ambdós costats de la porta de sortida en un angle de 90 ° i a una distància d'uns 50 cm, per tal de que un lliscament cap als costats no sigui possible. La barra de temps s'ha de fixar com a mínim 70 cm d'alçada per sobre el terra. En les competicions de nens com a mínim per sobre el genoll. Si algú salta per sobre la cèl·lula i el cronòmetre no s'ha activat, es procedirà amb una sanció al corredor. La rampa ha de tenir una amplada mínima de 2 metres. La longitud s'ha d'ajustar al terreny i no pot de caure per sota dels 2 metres. La rampa de sortida ha d'estar disponible per a la representació oficial. El TD (Director Tècnic) ha de revisar les rampes d'inici i oferir propostes de millora a l'organització, si cal.

Procediment per la sortida: Cap funcionari o encarregat que podria suposar un avantatge o bé molestar el competidor durant la sortida, pot estar darrere d'ell. Tota ajuda exterior està prohibida. Per ordre del jutge de sortida, el competidor ha de plantar els pals davant de la línia de sortida, o on s'indica. La cèl·lula d'arrencada no ha de tocar al competidor al principi. Ajudes fora dels llocs d'inici o altres ajuts estan prohibits. El competidor només pot començar amb l'ajuda dels seus bastons d'esquí i la seva pròpia força.

5.2 SORTIDES

▲ Caseta de sortida

Com ja s'ha explicat en l'apartat anterior, la caseta de sortida principal estarà ubicada a l'inici de la pista en una zona plana. D'aquesta manera no hi haurà la necessitat de que la construcció tingui molta alçada ja que es podrà aprofitar el pendent natural de la pista que hi ha després del pla. Com a molt, caldrà anivellar-lo del tot bé per aconseguir una uniformitat en la seva totalitat.

La principal intenció d'aquesta construcció és proporcionar un punt d'inici als corredors per les competicions i també pels entrenaments. Ha de ser estable i ha d'aportar comoditat als corredors per facilitar la seva preparació prèvia a l'inici de la baixada. Aquestes característiques s'aconseguiran amb una estructura sòlida, baranes de protecció i una zona relativament ampla coberta per una teulada. L'objectiu és complir les normes que estableix la Federació Internacional d'Esquí per poder ésser utilitzada en les competicions oficials sense cap inconvenient. La caseta estarà feta de fusta i estarà composta per diferents parts que s'encaixaran, per tal de facilitar el seu trasllat. Les parts principals de la casseta són: la base on es preparen els corredors, les escales per accedir a la base, la rampa, la teulada i les baranes de protecció, l'estructura de la base, la teulada i la rampa.

Per a fer la caseta s'utilitzaria fusta de roure ja que resisteix perfectament a les condicions de sequera i humitat sense cap afectació posterior. A més, és dura tenaç i densa, i ideal per a construccions a l'exterior. Capaç de suportar càrregues elevades.

L'únic inconvenient és el seu preu ja que és una mica alt. La seva densitat varia entre 0,71 i 0,73 kg/dm³. Per fer els càlculs s'agafarà el valor mig: 0,72 kg/dm³.

Per tal d'evitar la feixuga expedició de permisos de construcció, a més construir-la per parts, es fixarà enfonsant el pilars uns 20 centímetres sota terra i fixant-la amb unes barres d'acer forjat (4 a cada pilar de la base i de la rampa). Això és només una prevenció ja que amb el seu pes ja quedaria fortament fixada al terra.

En la superfície de la teulada i tenint en compte la seva alta resistència, es podrien col·locar plaques solars per tal de produir energia elèctrica per la instal·lació. Aquest seria un recurs per si no es pogués construir el sistema de plaques solars a sobre del remuntador o bé es podria sumar a aquest en la producció elèctrica. En el disseny de l'estructura ja es té en compte el pes de les plaques.

CARACTERÍSTIQUES TÈCNIQUES DE LA RAMPA

- Segons els disseny, la caseta aniria fixada a terra enfonsant la seva estructura uns 20 cm. Per tant, només es treuria per emmagatzemar-la a l'hivern.
- La seva rampa té un pendent del 22,22%, dins dels límits que estableix la FIS.
- Té unes baranes de protecció i un espai de preparació molt ample i còmode.
- Escales per accedir a la caseta.
- També conté els elements indispensables per col·locar els pals, la cèl·lula de sortida i, tant la rampa com la zona de preparació, estan recoberts per un material lliscant (moqueta).

DIMENSIONS I ELEMENTS

La rampa està formada per:

- 12 pilars en la seva estructura. 9 de 20 centímetres de gruix, i 3 de 10cm.
- La seva superfície és de 2 m x 4,609 m.
- Té les barres lateral de seguretat, i estaria recoberta de moqueta.

L'estructura de la base:

- 15 pilars de 20 cm de gruix tots. 5 files de 3 pilars. A cada travasser, 3 pilars.
- Els travassers de 20 cm de gruix.
- Ocupa una superfície total de 3 m x 4 m.

Terra intermig:

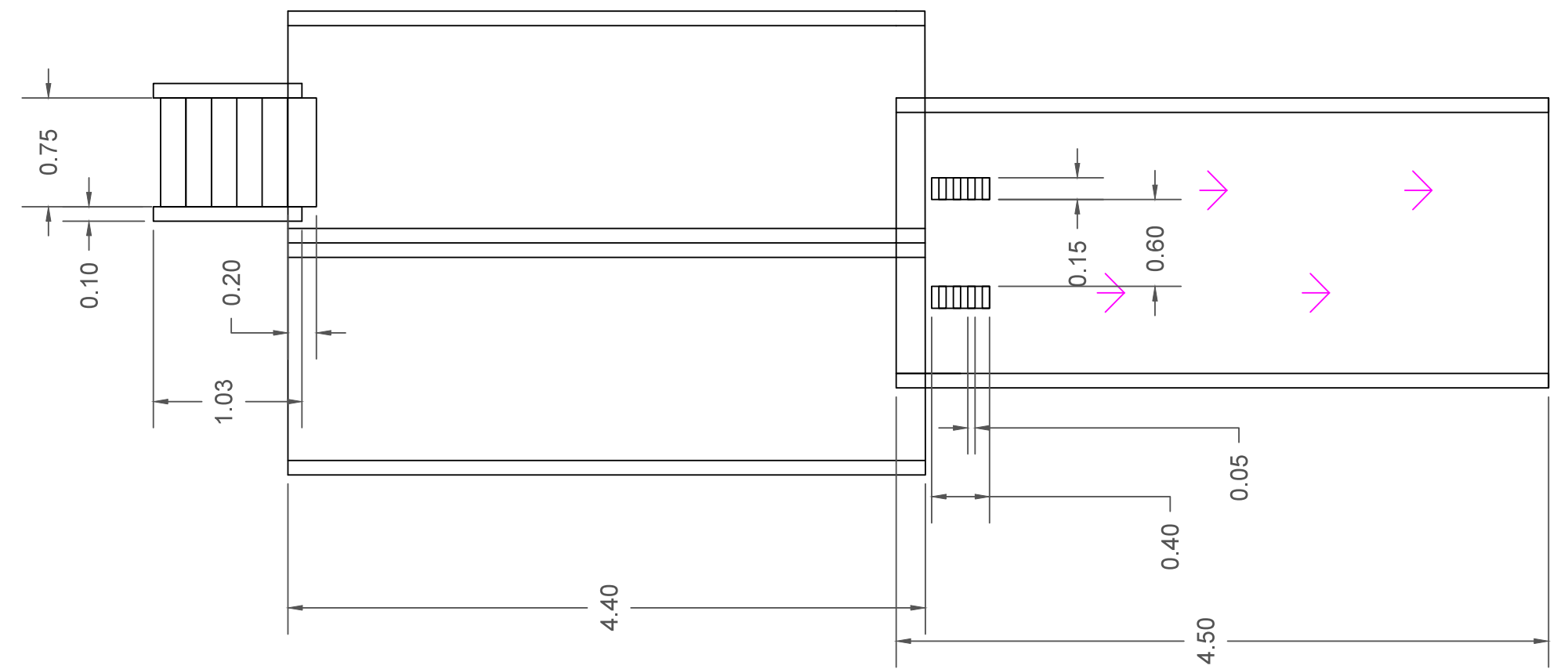
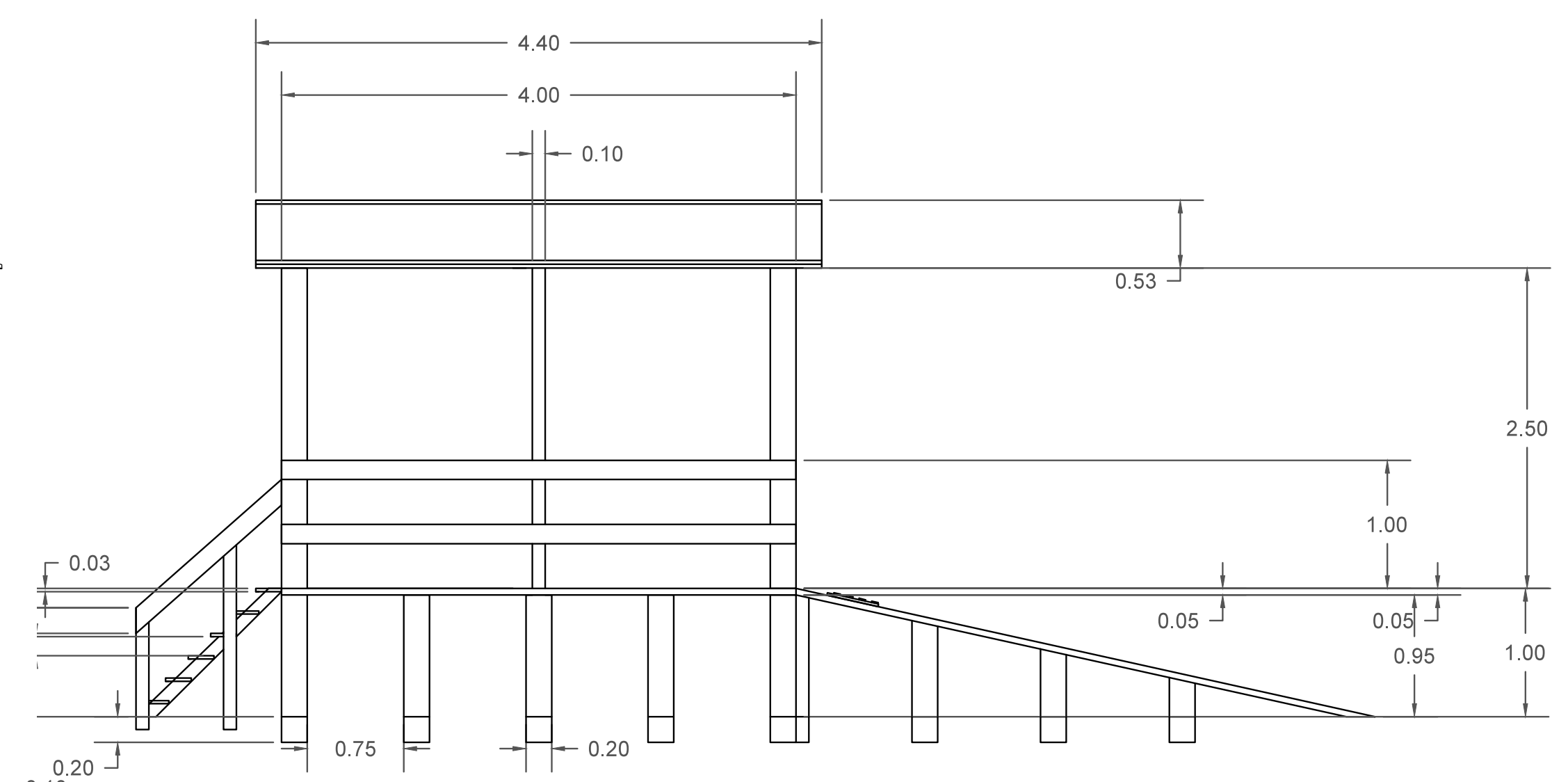
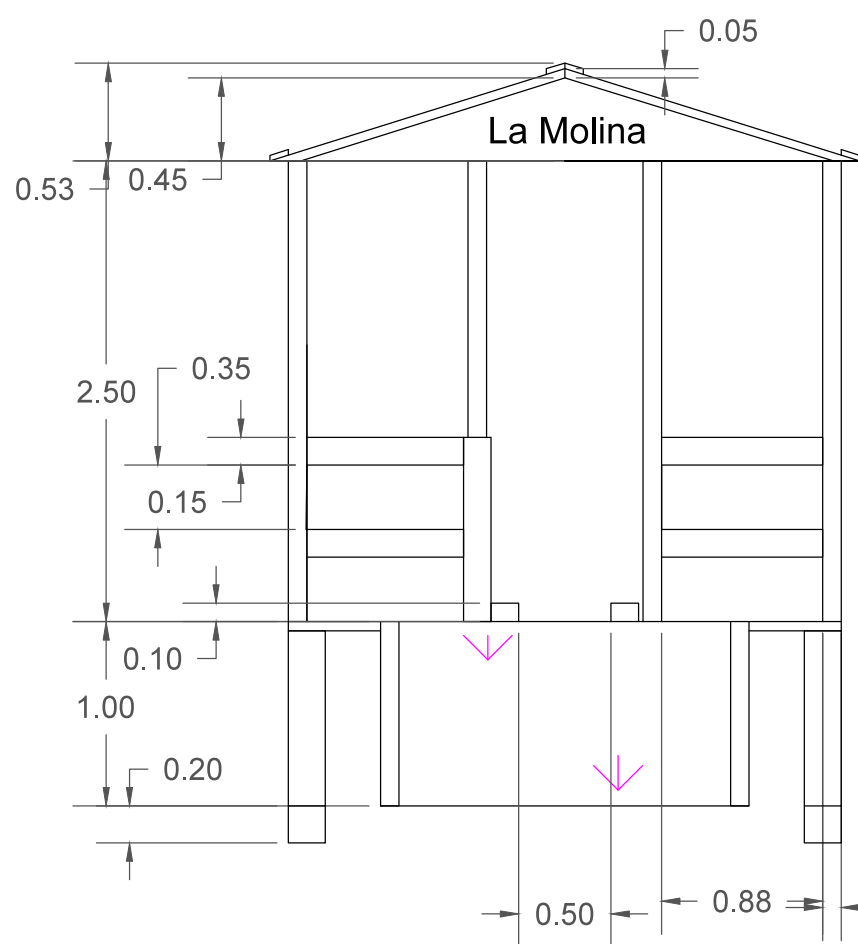
- Superfície de 3 m x 4 m.
- Recobert amb moqueta. Zone còmode de preparació.
- Està envoltat per baranes de seguretat.

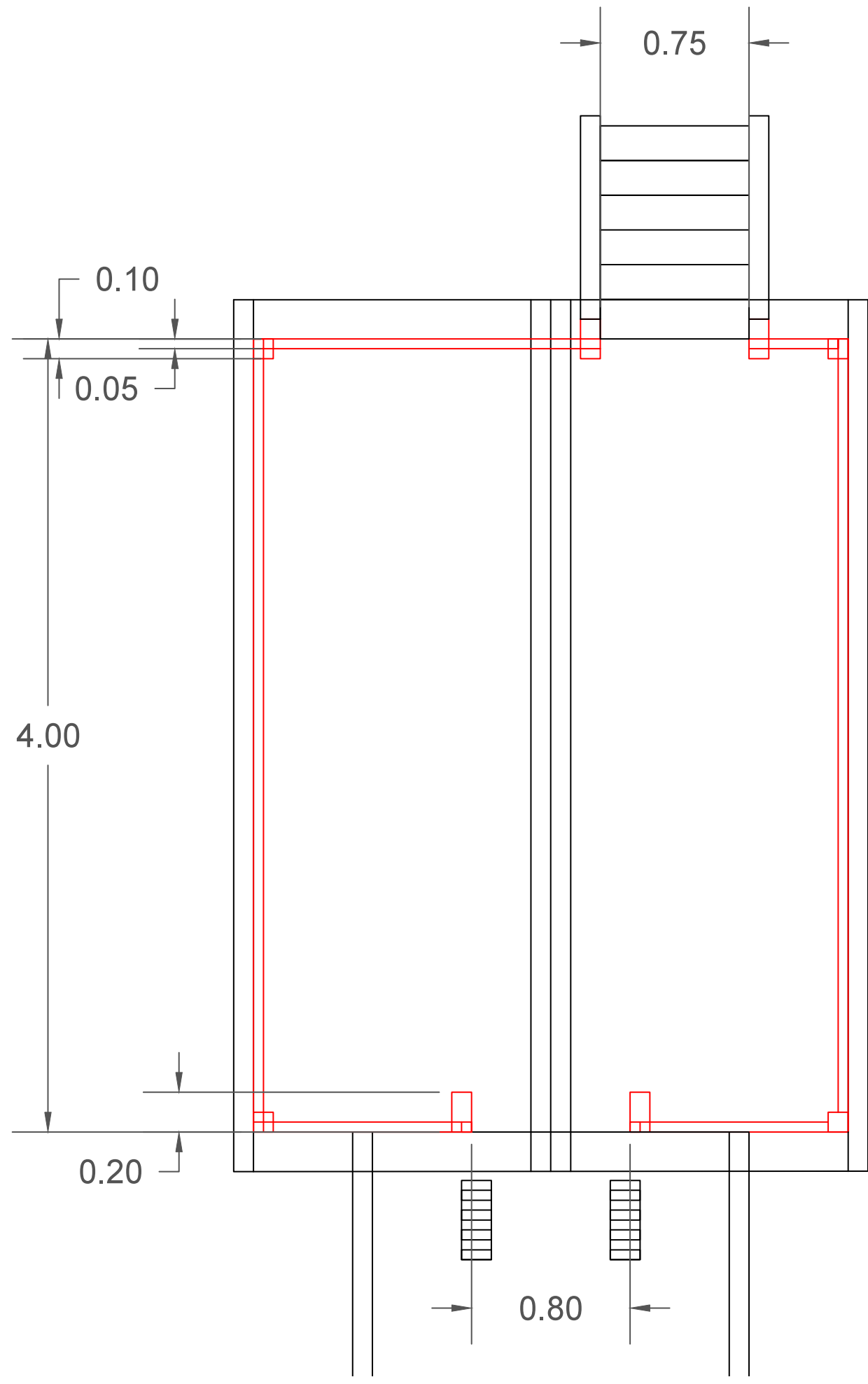
Teulada i estructura:

- Dues plaques de 1,67 m x 4.4 m.
- Inclinió del 31,25%.
- Espai per posar un cartell (nom de l'estació).

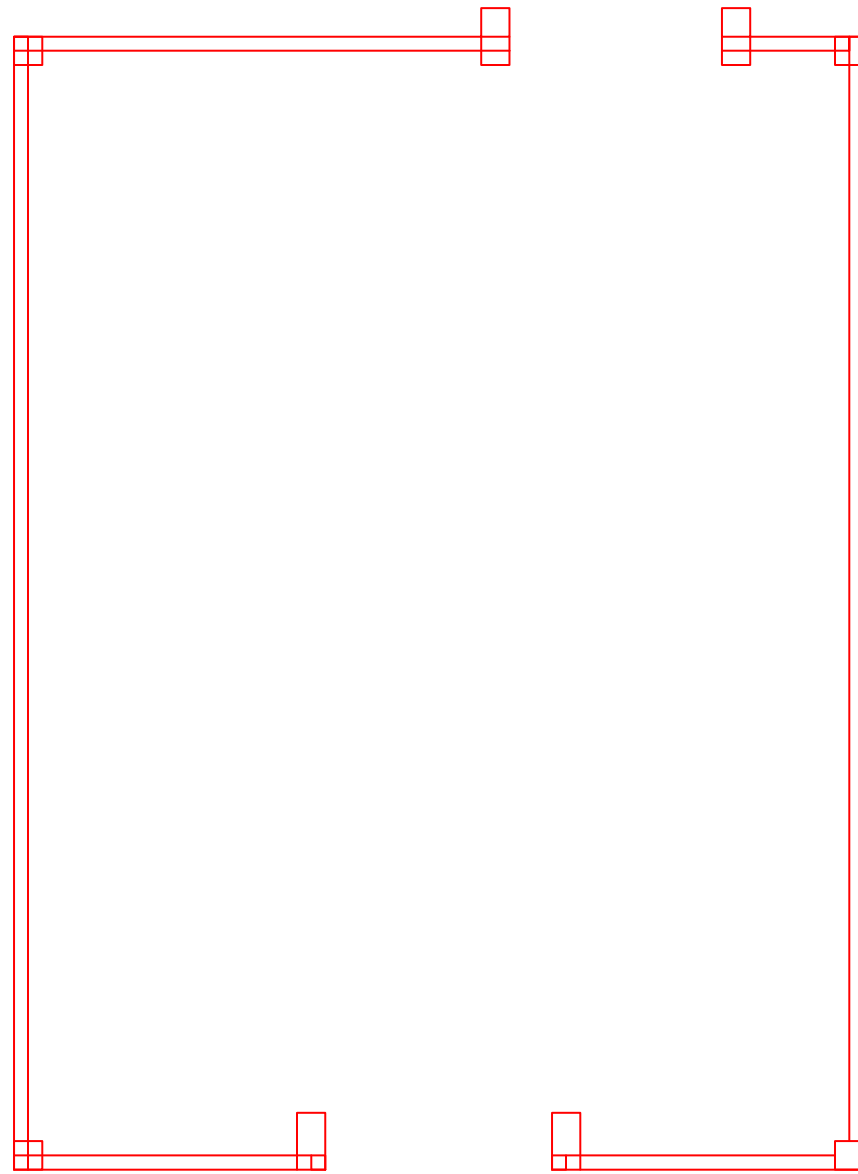
Escales:

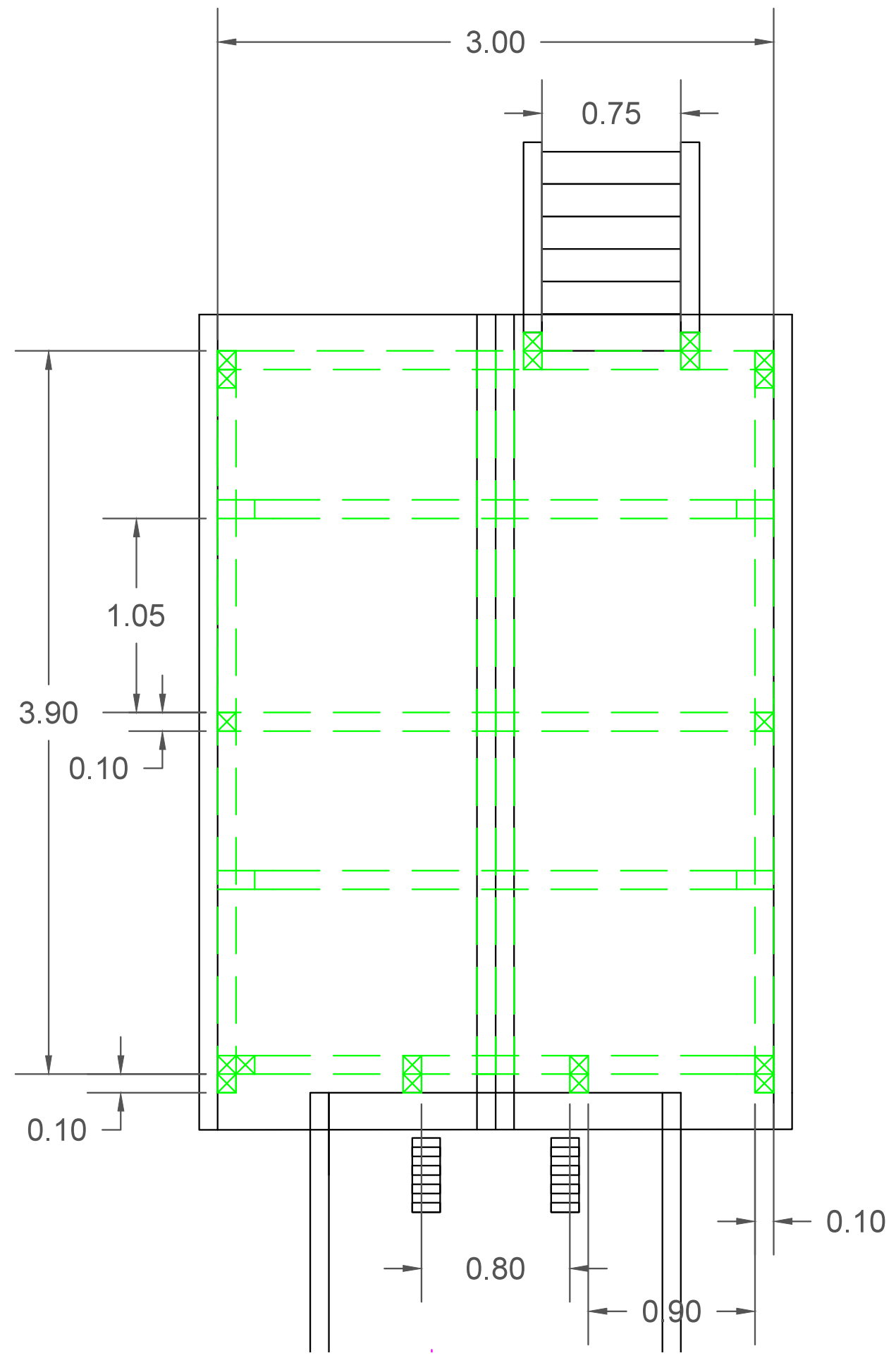
- Té 6 esgraons de 75 cm x 20 cm. Amb barana a banda i banda.
- Ample i còmode per pujar.



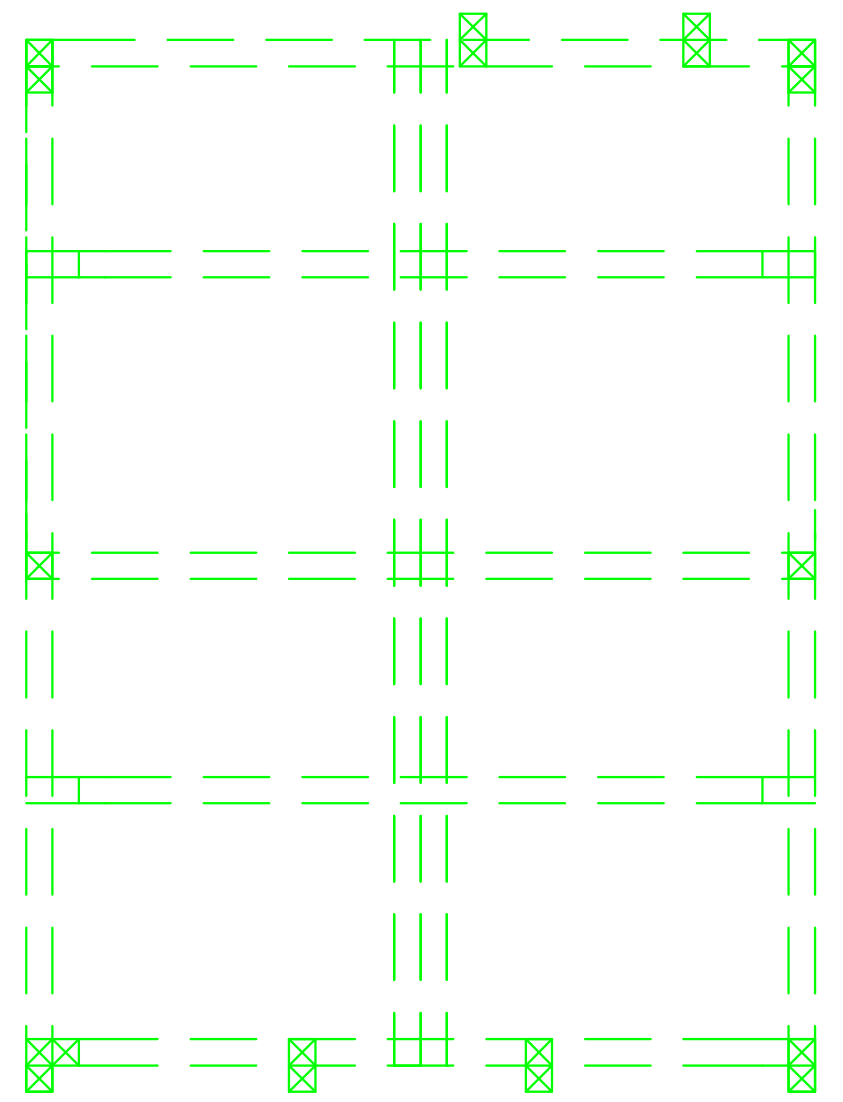


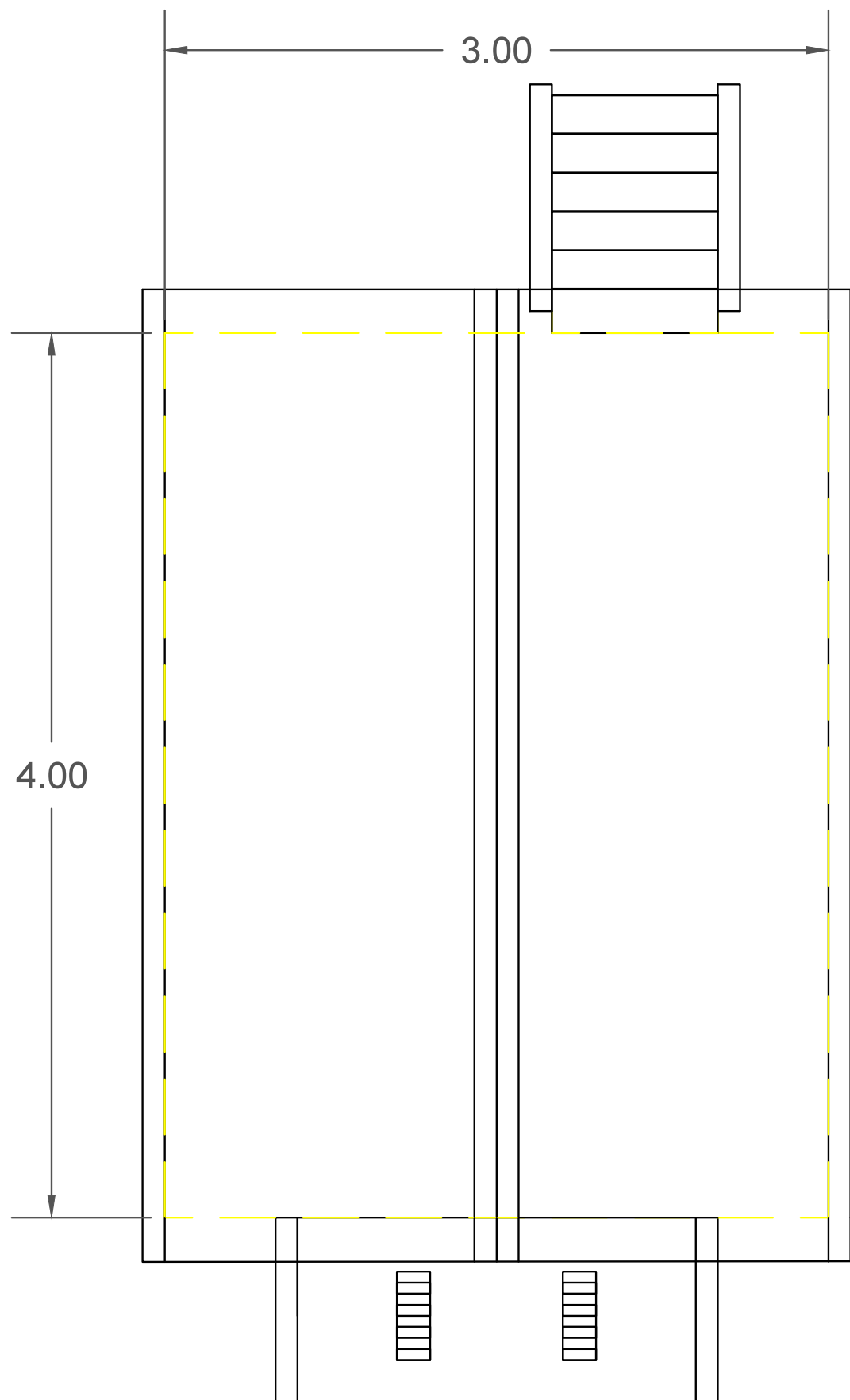
BARANES





ESTRUCTURA TEULADA





TERRA INTERMIG



▲ Sortida mòbil

El fet que les curses de les categories Children i algunes de les proves FIS comencin en un lloc diferent al de la caseta de sortida principal, requereix que l'estació tingui una sortida mòbil per tal de poder-la situar al lloc desitjat.

Aquesta rampa té una estructura molt més simple que l'exposada anteriorment ja que no es tracta d'una caseta sinó que tan sols és una rampa per poder realitzar la sortida. Consta d'una part horitzontal on es col·loca el corredor, amb les peces que eviten el lliscament lateral a l'hora de la sortida. La cèl·lula de sortida també hi és present, així com també una rampa recoberta de catifa i les respectives marques per col·locar els pals d'esquí a l'hora de la sortida.

CARACTERÍSTIQUES TÈCNIQUES DE LA RAMPA

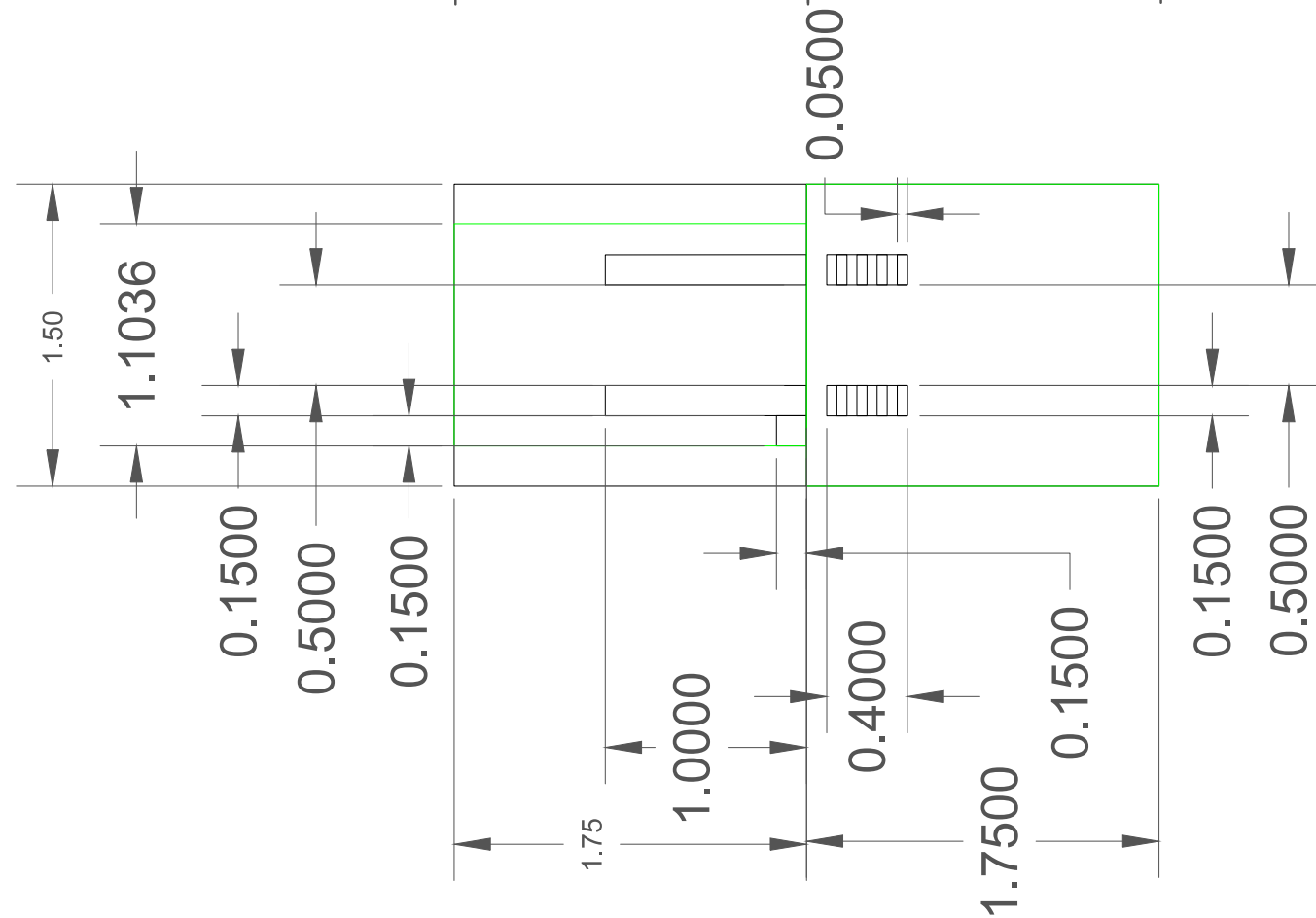
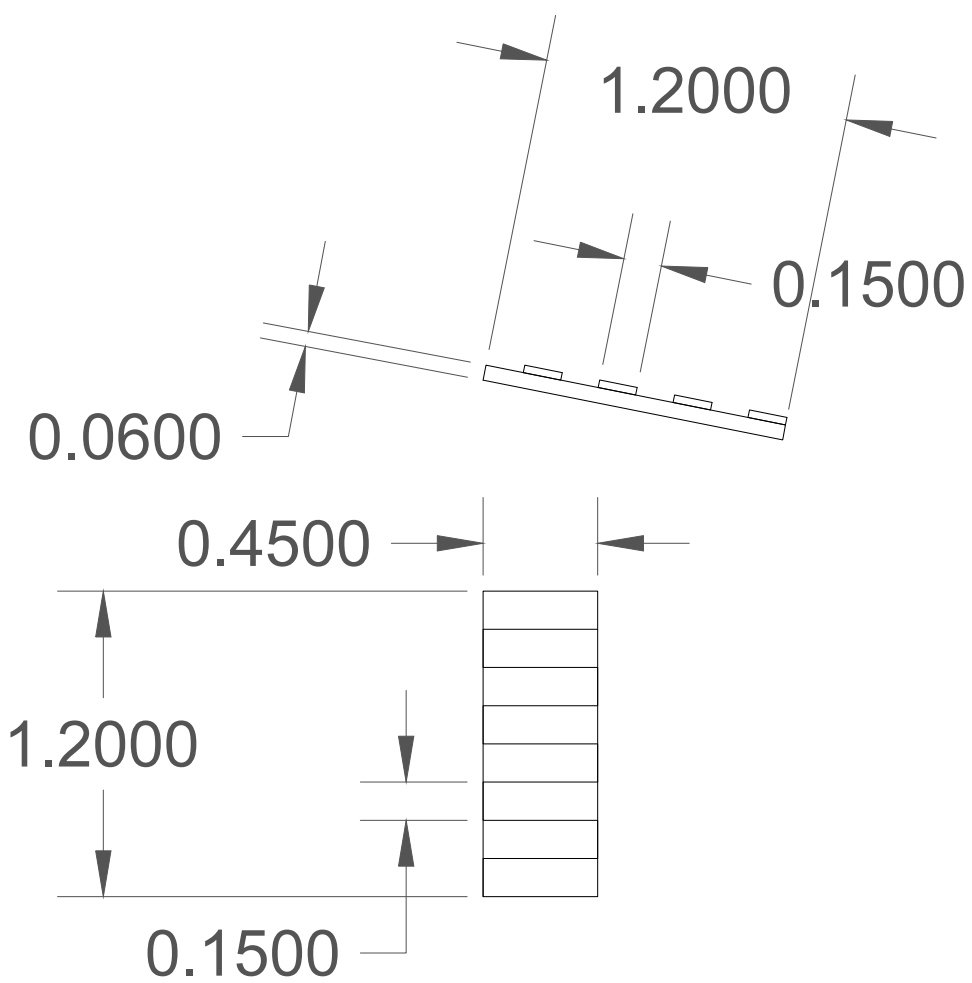
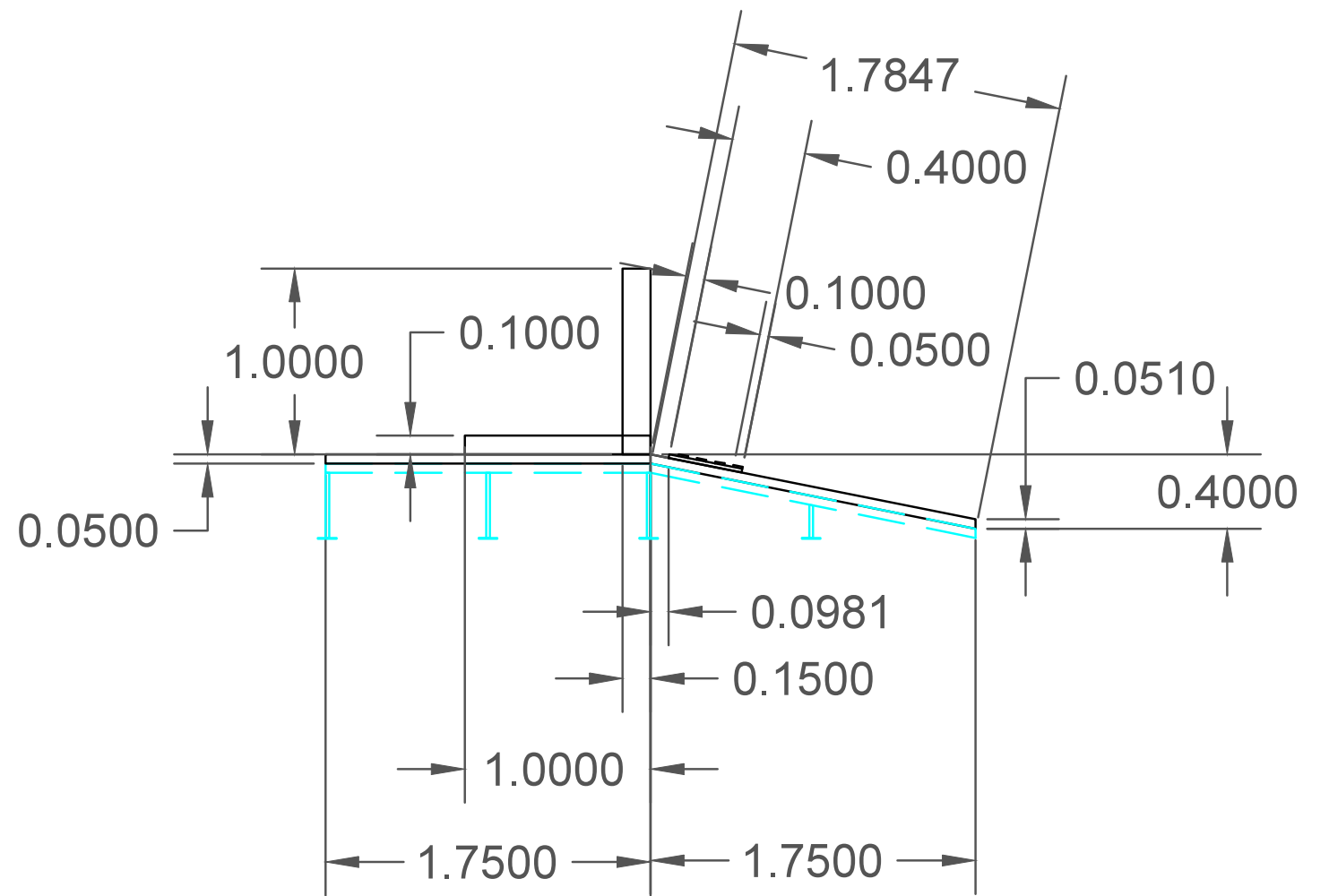
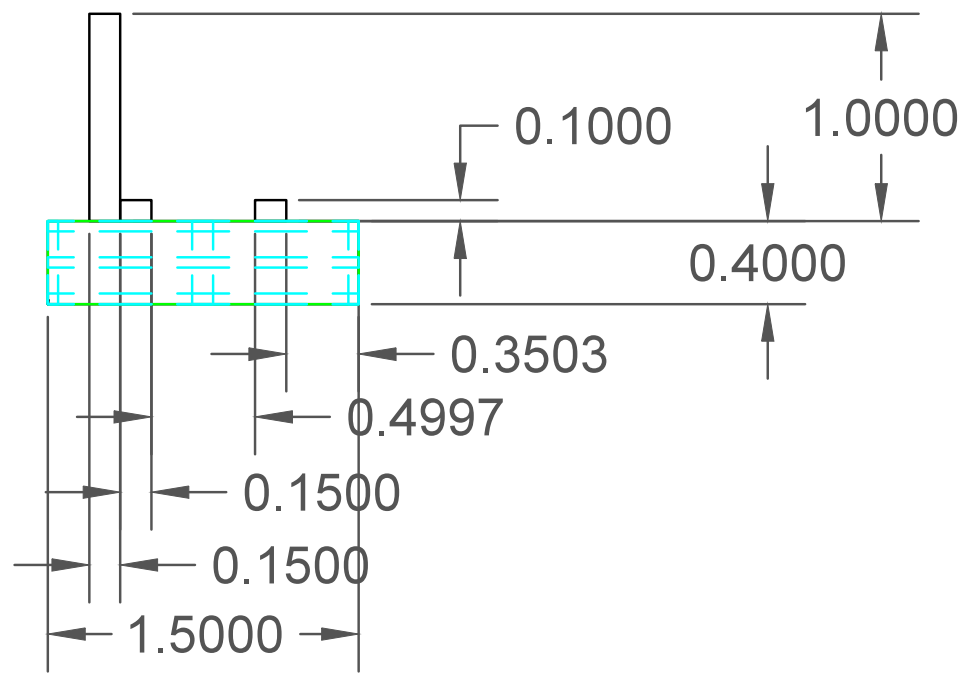
- Es pot regular l'alçada per tal d'adaptar-la al terreny (unes barres de ferro amb uns peus quadrats que tenen una rosca per pujar o baixar).
- Respecta el pendent que regeix la FIS en les seves normes prèviament exposades; un mínim del 20%.
- També conté els elements indispensables per col·locar els pals, la cèl·lula de sortida i està recoberta per un material lliscant (moqueta).

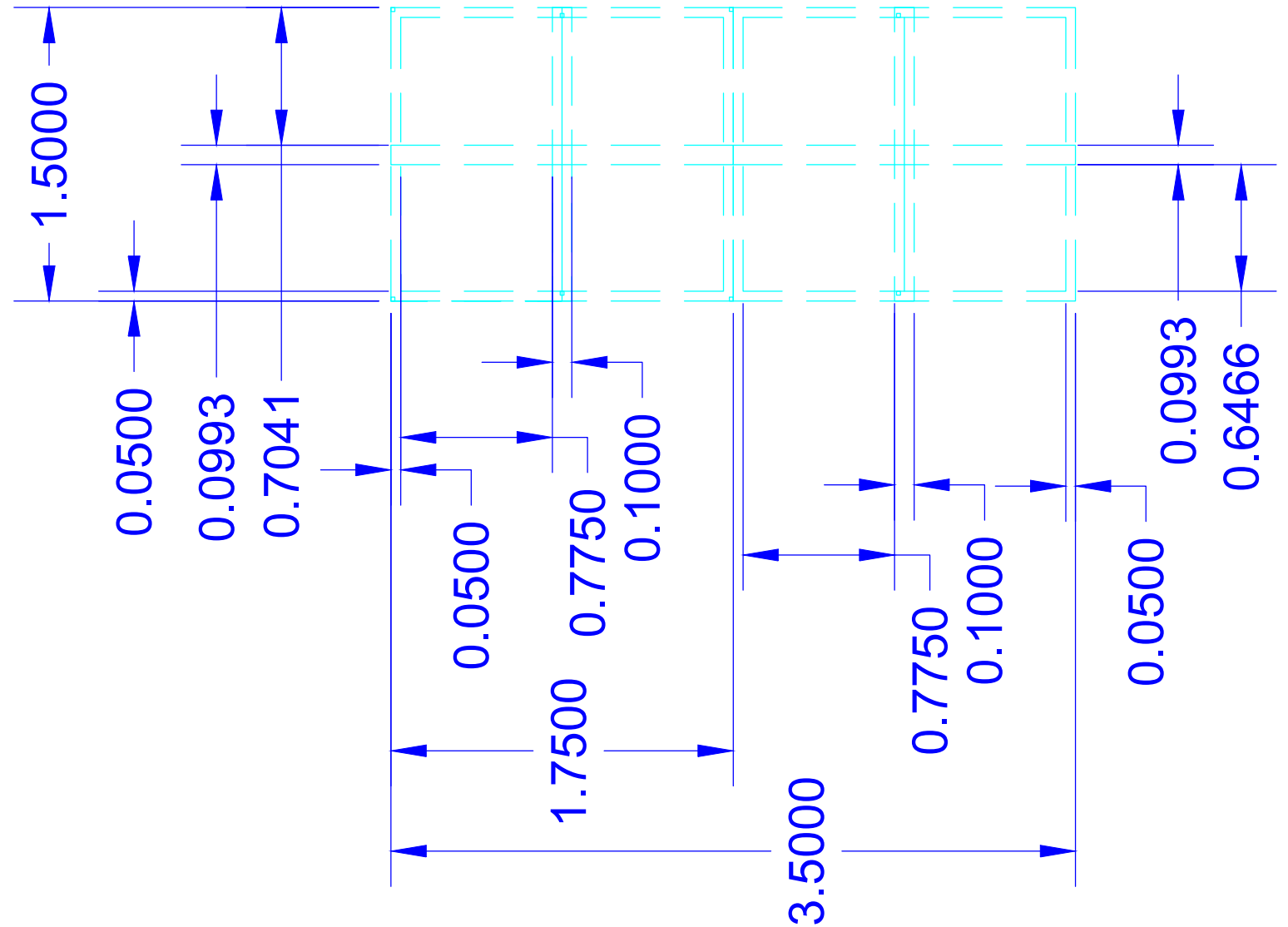
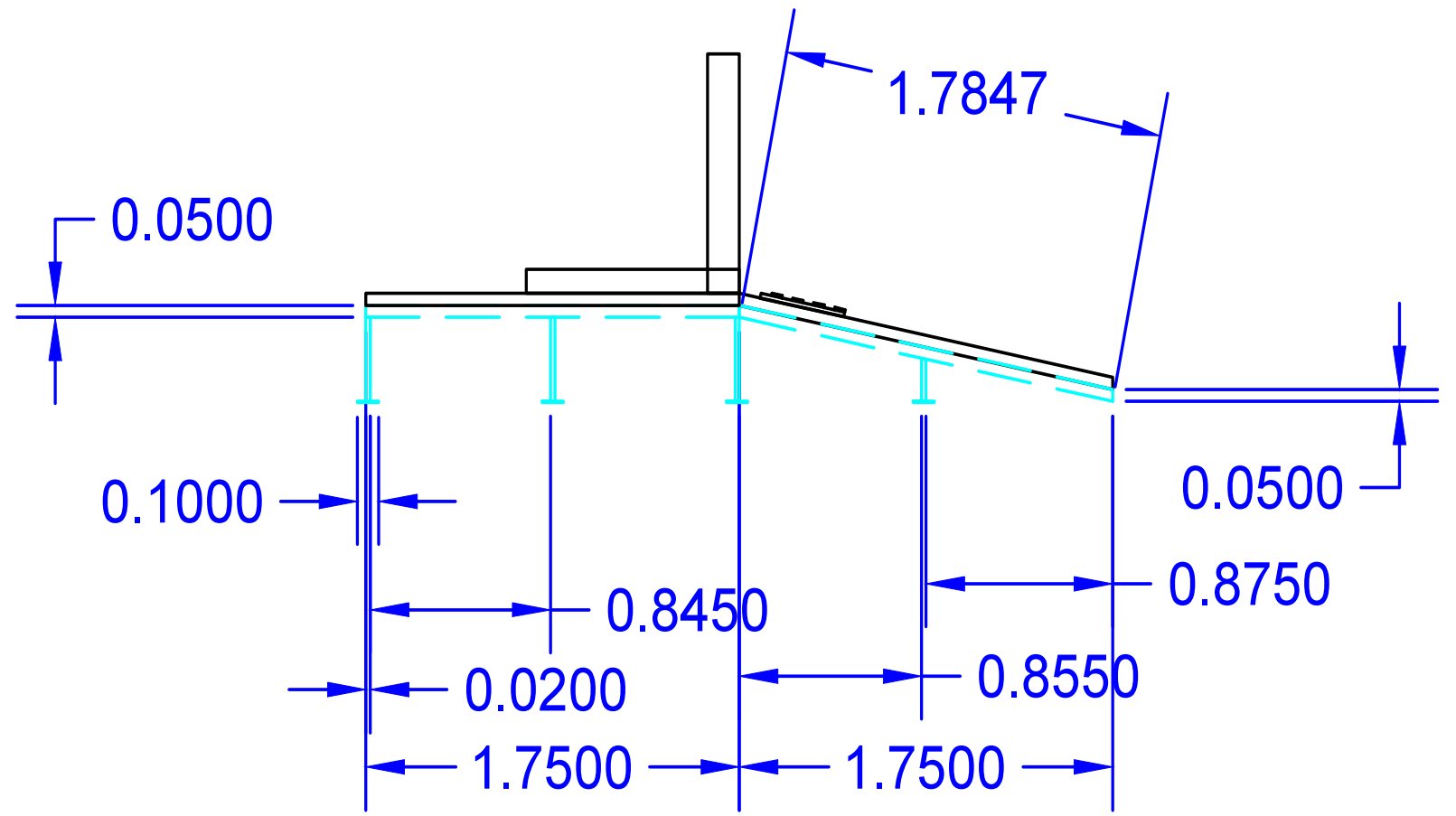
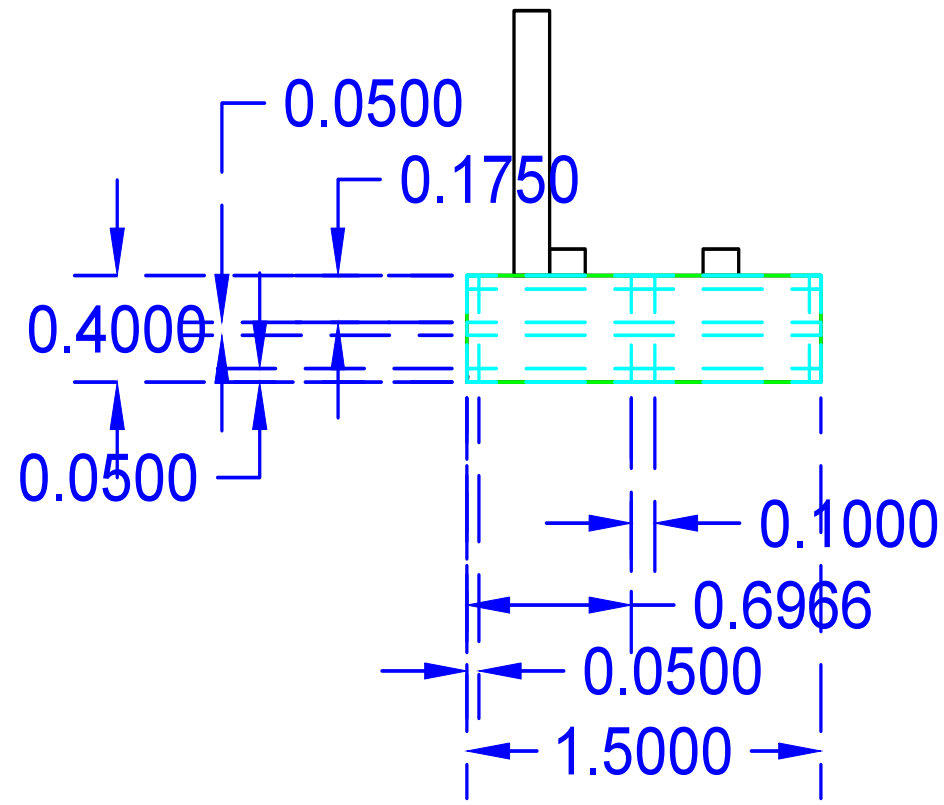
DIMENSIONS I ELEMENTS

La rampa està formada per:

- 8 pilars d'acer forjat d'alçada regulable,
- Estructura de fusta tant de la base com de la rampa.
- Base rectangular de fusta: 1,75m x 1,50m
- Rampa rectangular de fusta: 1,75m x 1,50m
- La unió entre la rampa i la base és fixe.
- Elements per col·locar els pals a banda i banda
- Recoberta de moqueta tota la rampa, i una part de la base.

* Les dimensions de totes les parts estan expressades en la representació gràfica.





ESTRUCTURA

5.3 ESTRUCTURA DEL CAMÍ

Per aconseguir tapar el camí de terra que creua l'últim mur de la pista s'utilitzaria una estructura tubular metàl·lica desmuntable. L'avantatge d'aquesta estructura respecte a una de fusta és que permet ésser muntada al mateix lloc on ha d'anar ubicada. A més, el seu transport i emmagatzematge és més còmode i és molt més fàcil de fixar a terra.

En cas de que algun vehicle hagués de passar pel camí durant l'estiu, que és quan estaria muntada, s'hauria d'avisar amb anterioritat per poder-la desmuntar o moure. Ara bé, hi ha un camí alternatiu possible que condueix al mateix lloc i el podrien utilitzar els vehicles en cas que l'estructura estigués muntada.

Aquesta estructura podria anar recoberta de gespa artificial o moqueta que afectés el mínim a l'esquiador. També es podrien posar uns 20 centímetres de terra vegetal i ressebrar, opció preferible per evitar el problema de canvi de superfície en ple mur final als esquiadors. Tot i això s'optaria per col·locar una moqueta de bona qualitat el més semblant possible a la gespa natural. D'aquesta manera es podria reutilitzar cada any i si s'hagués de desmuntar la construcció no suposaria com problema.

La tercera opció, i la més bona per l'esquiador, seria recobrir tot el camí de terra tapant el camí completament. Ara bé, això ho hauria d'autoritzar l'estació i el responsables del camí. S'insisteix que, si es permetés, aquesta darrera opció passaria per sobre de les altres. Es cobriria la totalitat del camí que passa pel Pedró. Així seria també més fàcil adaptar un recorregut alternatiu a la part final de la pista.

▲ CARACTERÍSTIQUES DE L'ESTRUCTURA

- Material: construcció tubular i placa de fusta
- Moqueta: herba artificial, recobreix l'àrea total d'uns 200 m².
- Mides (estructura): 0,5 m d'alçada, 2 m d'amplada i 60 m de llargada.
- Pendent: 25%
- Mides (placa): 3,3 m d'amplada i 60 m de llargada.

S'haurien de fer uns petits moviments de terra perquè l'estructura pogués ser rec-ta completament. Totes les dades són aproximades. Una empresa s'encarregaria d'elaborar el disseny de l'estructura.

Cal tenir present que la llargada de l'estructura ha de ser més gran que l'amplada total de la pista que s'aprofitarà per a la pràctica de l'esquí. Els metres restants per cada costat serien de seguretat ja que es col·locaria una xarxa de protecció, i amb els metres sobrants, s'assegura que el corredor no pot caure fora de l'estructura en cas d'accident.



6. ENERGIA RENOVABLE

Com en tota instal·lació, el funcionament dels elements que s'utilitzen en l'entorn de la pista per a la pràctica d'esquí d'herba necessiten energia per funcionar. Per intentar reduir el cost de manteniment al mínim es poden buscar fonts d'energia renovables per produir energia elèctrica i permetre un funcionament autònom a la xarxa elèctrica, i per tan amb un cost energètic molt menor o fins i tot nul.

Com ja s'ha vist en la descripció dels elements de la pista, tan el sistema de reg com el remuntador requereixen electricitat pel seu funcionament. Actualment existeixen moltes maneres d'aconseguir energia a partir de l'aprofitament de les font renovables com el vent, el sol, l'aigua...

6.1 CONSUM ENERGÈTIC

L'energia total consumida pels elements que formen la pista d'esquí d'herba seria d'uns 125 kWh tenint en compte tan el consum dels aspersors com el del remuntador. Això durant l'estona que funcionin les dues coses a l'hora ja que els aspersors només funcionen dos cops al dia com a molt.

6.2 POSSIBLE GENERACIÓ

En un principi es pretenia utilitzar la central de biomassa que hi ha a l'estació ceretana de La Molina. Tot i això, després d'analitzar les característiques de la central, es va veure que aquest recurs no és possible ja que no està dissenyada per a subministrar energia elèctrica a la xarxa. És una caldera de biomassa i no una central productora d'energia. Tan sols s'utilitza per escalfar edificis que formen el centre logístic de l'estació. Aquesta caldera s'alimenta de biomassa (fusta triturada) i escalfa l'edifici de serveis (oficines) i el Bosc Restaurant mitjançant el sistema de radiadors i de terres radiant.

Així doncs, un cop descartada la primera opció, i tenint en compte la localització i orientació de la pista, s'ha decidit dissenyar la implantació de plaques solars per tal de captar la radiació solar i així poder produir energia elèctrica. El principal element que afavoreix l'elecció d'aquest sistema és el fet de que la pista està perfectament orientada cap al sud de manera que té moltes hores de sol. A aquest fet s'afegeix que a l'estiu el sol hi és present durant tot el dia. A més, el conjunt de plaques solars es pot camuflar fins al punt que no afecti l'espai natural on es localitza.

▲ ENERGIA SOLAR

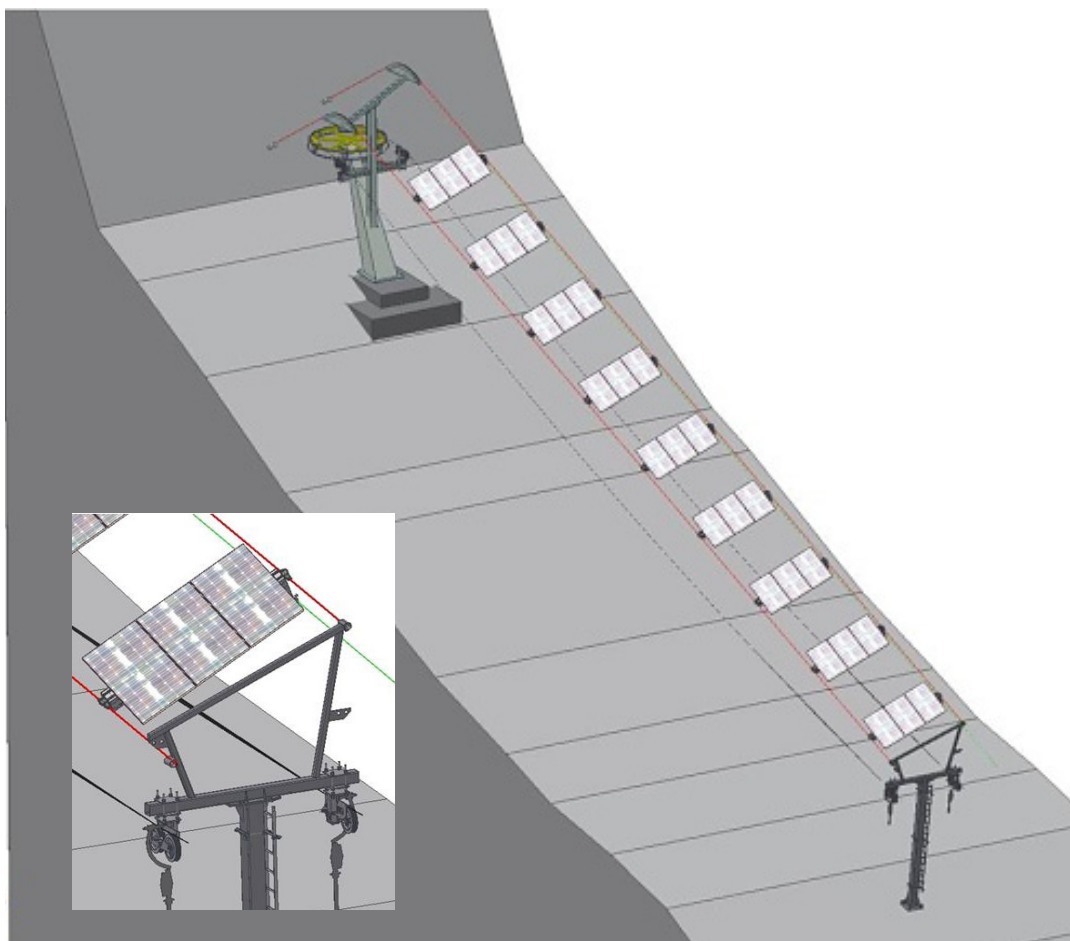
Per tal d'afectar al mínim l'entorn, hi hauria dues possibles implantacions de plaques solars que es podrien fer a l'hora o bé tan sols una.

La menys agressiva per l'efecte visual seria la col·locació de panells solars al sostre de la caseta de sortida fixe. En l'apartat de construccions ja s'ha plantejat la possibilitat de poder instal·lar les plaques de manera que això no afectaria al disseny de l'estructura que suportaria perfectament el pes d'aquestes. Tot i això, l'energia que es captaria seria molt poc ja que la superfície de la teulada és molt petita tenint en compte el baix rendiment dels panells solars actuals.

La segona opció i la més rendible, consisteix en la instal·lació de nombroses plaques solars a la línia del remuntador. Aquesta idea va ser ideada per la companyia BMF - Bartholet Maschinenbau AG que ja l'ha aplicat a nombrosos remuntadors. El primer va ser a l'estació d'un petit poble suís, Safiental Tenna.

A La Molina, com que ja es disposa del remuntador, tan sols caldria col·locar dos cables i uns complements a les pilones que subjectarien la línia de plaques solars. També caldria adequar la instal·lació per poder utilitzar l'energia captada per a regar, pel remuntador i fins i tot pel bar-cafeteria de la zona d'Alabaus.

El principal avantatge d'aquest sistema és la seva col·locació. El fet d'anar just per sobre el remuntador ja existent fa que no s'hagin de construir nous pilars ni demanar permisos de construcció ja que és un complement de l'actual instal·lació. A més, té la característica de que són panells solar orientables; és a dir, per tal d'aconseguir la màxima radiació s'orienten automàticament amb un sensor de manera perpendicular al sol. Ho fan rotant sobre el seu eix horitzontal.



Així doncs, aquest segon sistema també es podria utilitzar a l'hivern de manera que reduiria els costos energètics de l'estació durant l'època de més activitat.

Les característiques d'aquest sistema de plaques són:

- Fabricant: MBF – Bartholet Maschinenbau AG
- Sistema: Solar en sustentació

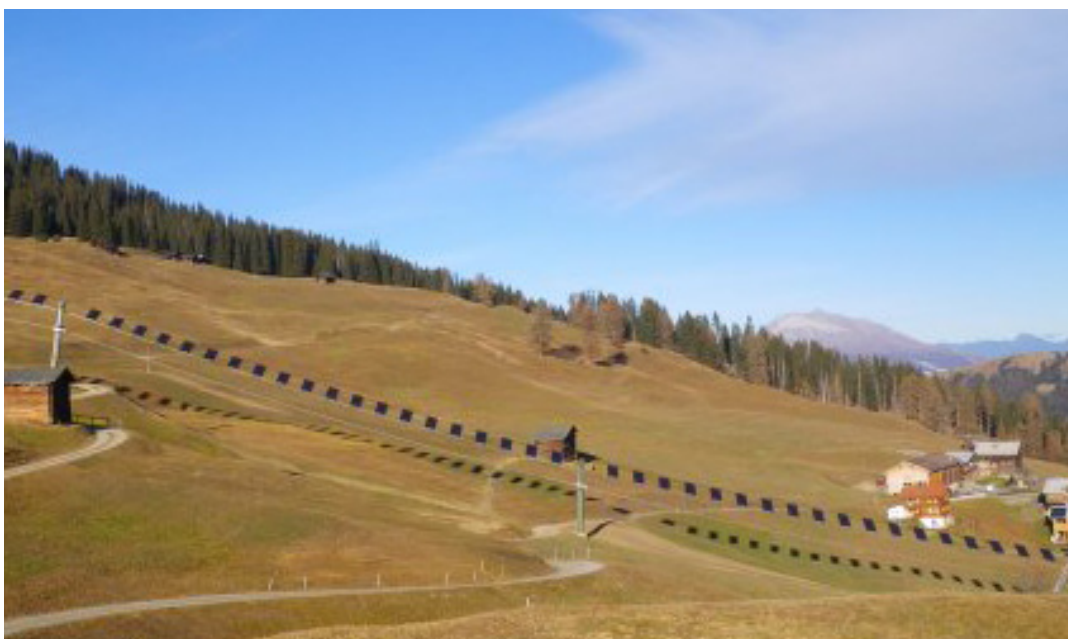
Sistema de captació

- Longitud: S'adapta a la del remuntador (uns 500 metres)
- Accessoris: Dos cables de suport sobre el tele-esquí
- Energia: 82 elements amb 3 panells cadascun inclinats uns 30°
- Panells: 246 peces de 245W cadascuna fetes de policristal·lí. Total 60270 kW
- Neu: Sensor de neu acoblat; els panells baixen el rendiment. S'ha de treure la neu
- Volum de producció: 90.000 kWh per any

Remuntador

- Longitud: 538 m
- Diferència d'alçada: 136 m
- Velocitat: 0,5 – 3 m/s (no cal més velocitat pel nombre d'esquiadors)
- Temps de pujada: 3 minuts aproximadament
- Flux de passatgers: 600 persones / hora
- Potència màxima: 30 kW
- Potència màxima que s'utilitzarà: 15 kW

* Per determinar el nombre exacte de panells s'hauria d'encarregar un estudi complet a l'empresa que realitza aquestes instal·lacions. S'ha agafat aquest nombre perquè l'exemple que s'ha trobat a la xarxa té gairebé les mateixes dimensions que el remuntador del Pedró.



Exemple de com quedaria el sistema de captació de plaques solars.

Per tal de poder instal·lar aquest sistema de plaques s'hauria de fer una inversió econòmica considerable. El fet de produir més energia de la consumida permetria recuperar la inversió i més tenint en compte que durant l'hivern també es pot captar energia solar. L'avantatge principal és el fet de que aquest sistema es pot adaptar al ja existent remuntador per mitja d'uns suports addicionals soldats a la pilones.

Aquest sistema de plaques solars capta un 21% més de radiació solar que els sistemes convencionals instal·lats a les teulades. Això és perquè, el fet de poder rotar sobre el seu eix permet col·locar-se perpendicularment als raigs del sol. El rendiment d'aquests panells solars és del 30%.

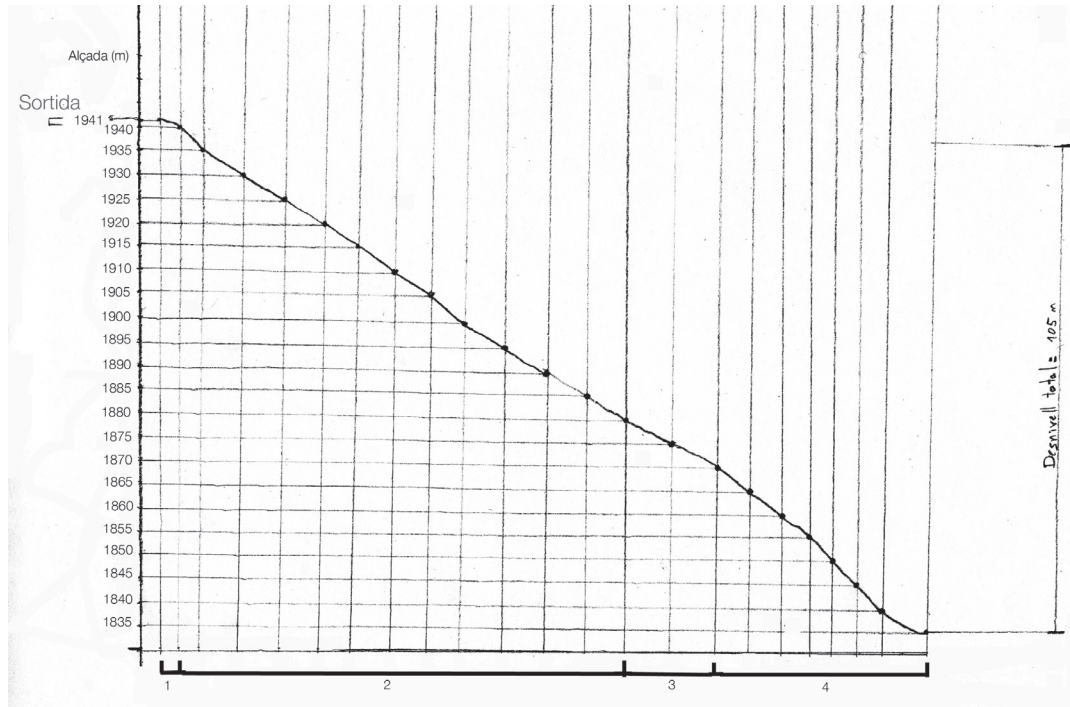
Però, a més de la inversió econòmica inicial, caldria demanar una sèrie de permisos per instal·lar aquest sistema. El primer seria per poder col·locar-lo sobre de l'actual remuntador. Això no hauria de tenir cap impediment ja que no es construeix res de nou. L'altre seria per construir dos suports soterrats al final del remuntador per assegurar l'estabilitat del conjunt de panells. Tot i això, es suposa que sent una proposta que pretén obtenir energia renovable es podria aconseguir. Si no fos així, el sistema també es podria construir però aquest punt de suport amb el terra no existiria. Aquestes àncores col·locades al terra són de reforç per suportar millor els possibles efectes del vent.



Seqüència de seguiment del sol de les plaques solars per aconseguir el màxim de radiació solar possible.

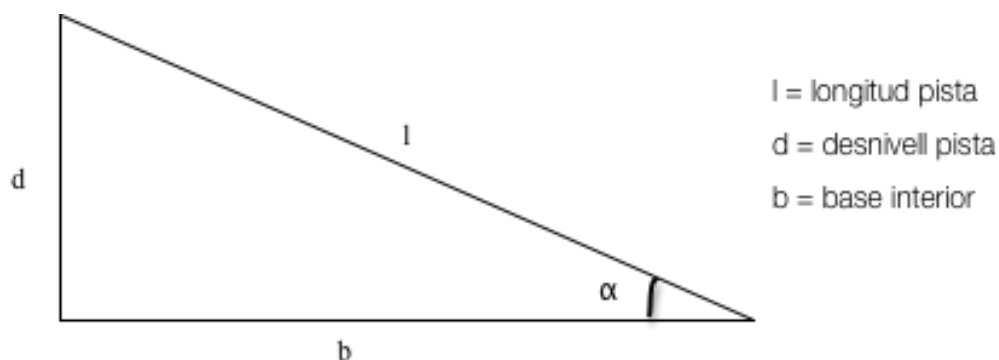
7. CÀLCULS

7.1 PISTA



Totes les mides de la pista són aproximades ja que estan calculades sobre del mapa mitjançant eines informàtiques.

La llargada aproximada mínima de la pista són uns 430 metres i el desnivell mínim de 105 metres. Per fer els càlculs es considerarà la pista com un triangle rectangle.



$$l^2 = d^2 + b^2 \rightarrow 430^2 = 105^2 + b^2 \rightarrow b = \sqrt{184900 - 11025} = 416,98m$$

$$\sin \alpha = \frac{d}{l} = \frac{105}{430} = 0,24418 \rightarrow \sin^{-1}(0,24418) = 14,1337^\circ$$

$$\tan \alpha = \tan(14,1337) = 0,2518 \rightarrow \text{Pendent de } 25,18\%$$

1. SORTIDA

Aquesta part té un desnivell gairebé menyspreable, 1 metre. Amb petits moviments de terra es podria anivellar del tot per poder col·locar la caseta de sortida.

- Desnivell: 1 m (Seria nul)
- Pendent: 0% (s'anivellaria)
- Longitud: 12 m

2. PENDENT MODERAT

El primer tram té un pendent suau, no gaire pronunciat. La inclinació es semblant a la de la mitjana de la pista.

- Desnivell: de 1940 m fins a 1880 m = 60 m
- Pendent: 25,18%
- Longitud: 245,66 m

3. PLA

Just després de pendent moderat hi ha una zona de pla prèvia al mur final.

- Desnivell: de 1880 m fins a 1870 m = 10 m
- Pendent: 20%
- Longitud: 51 m

4. MUR

És la part amb més pendent de tot a la pista. Al final d'aquest s'acabaria de pista ja que després hi ha un pla amb una lleugera contrapendent que serviria d'espai de frenada.

- Desnivell: de 1870 m fins a 1835 m = 35 m
- Pendent: 31,2%
- Longitud: 117,79 m (aquesta mida podria variar ja que es podria allargar per adaptar-la a les mides exigides per la FIS).

5. ESPAI DE FRENADA

Es tracta d'un espai de pla i contrapendent suau que estaria destinat perquè els esquiadors poguessin frenar. El públic també es col·locaria en aquesta zona però protegits dels esquiadors. S'hauria de tancar un camí amb terra. Això no suposaria cap problema ja que es pot desviar fàcilment passant pel camí que comença al costat del bar cafeteria.

Aquesta zona té una llargada de 55 metres. Tot i això, també s'habilitaria la part final dreta de la pista com a estai de frenada.

7.2 VELOCITAT, FREGAMENTS I TREBALLS

Per a fer els diferents càlculs es consideraran les següents dades:

- El punt inicial del sistema correspon a l'arribada de la pista, 1835 m.
- Massa total 80 kg: 75 kg de la persona (massa teòrica pels càlculs físics) i 5 kg dels dos esquís (2,5 kg cada esquí).
- Coeficient de fregament dels esquís amb l'herba: 0,06.
- Coeficient de fregament interior dels esquís: 0,05.
- Alçada de la pista = 105 m.
- Desplaçament total: $\Delta x = 430$ m.
- Desplaçament per la velocitat mínima per arrencar: $\Delta x_1 = 1$ m.
- Gravetat: $g = 9,81$ m/s².

Es tenen en compte les forces de fregament dels esquís amb el terra i les que es produeixen a l'interior de l'esquí entre els seus components. També s'hauria de tenir en compte la força de fregament aerodinàmica però el càlcul depèn d'una integral i, amb els coneixements matemàtics actuals, no es pot resoldre.

$$F_a = \frac{1}{2} \cdot \rho_{aire} \cdot v^2 \cdot S \cdot C_x$$

- Superfície de contacte sense shuss: $S = 0,5 \text{ m} \cdot 1,6 \text{ m} = 0,8 \text{ m}^2$.
- Coeficient de fregament amb l'aire: $C_x = 1$.
- Densitat de l'aire: $\rho = 1,18 \text{ kg/m}^3$.
- Velocitat instantània de l'esquiador: v .

Tenint en compte la teoria de conservació de l'energia mecànica, el treball total sempre serà igual en tots els punts de la pista.

A l'inici de la pista, a la sortida, l'energia mecànica (EM) és igual a l'energia potencial (EP) de l'esquiador.

$$E_M = E_p \rightarrow E_p = m \cdot g \cdot h = 80 \cdot 9,81 \cdot 105 = 82404 \text{ J}$$

$$\text{Pes} \rightarrow P = m \cdot g = 80 \cdot 9,81 = 784,8 \text{ N}$$

Per poder calcular les diverses forces de fregament s'ha de descomposar el pes en els dos eixos.

$$F_y = N$$

$$F_y = \cos \alpha \cdot P = \cos (14,1338^\circ) \cdot 784,8 = 761,1429 \text{ N}$$

$$F_x = \sin \alpha \cdot P = \sin (14,1338^\circ) \cdot 784,8 = 191,638 \text{ N}$$

- Fregament interior dels esquís

Es calcula a la vegada el fregament dels dos esquís. Per tant, la massa total és de 80 kg. La força de fregament interior és:

$$\mu_e = 0,05 \rightarrow Ff_e = N \cdot \mu_e = F_y \cdot \mu_e = 761,1429 \cdot 0,05 = 38,052 \text{ N}$$

El treball fet per la força de fregament dependrà de l'espai que es desplaça l'esquiador:

$$W_{Ff_e} = Ff_e \cdot \Delta x = 38,052 \cdot \Delta x \text{ J}$$

- Fregament exterior, els esquís amb la pista

Es calcula el fregament dels esquís amb l'herba de la pista considerant una massa de 80 kg.

$$\mu_p = 0,06 \rightarrow Ff_p = N \cdot \mu_p = F_y \cdot \mu_p = 761,1429 \cdot 0,06 = 45,66257 \text{ N}$$

El treball fet per aquesta força dependrà, igual que la Ff_e , de l'espai recorregut:

$$W_{Ff_p} = Ff_p \cdot \Delta x = 45,66257 \cdot \Delta x \text{ J}$$

El treball total fet per les forces de fregament, depenen del desplaçament, serà:

$$W_{Ff_t} = W_{Ff_e} + W_{Ff_p} \rightarrow$$

$$W_{Ff_t} = (Ff_e + Ff_p) \cdot \Delta x = (38,052 + 45,66257) \cdot \Delta x \text{ J}$$

□ VELOCITAT MÍNIMA PER A VÈNCER LES FORCES DE FREGAMENT

Per dur a terme aquest càlcul, es considerarà un desplaçament d'un metre. Per tant, a continuació es calcularà la velocitat mínima per vèncer les forces de fregament i poder desplaçar-se un metre.

Perquè això sigui possible, l'energia cinètica que haurà d'adquirir l'esquiador, hauria de ser superior al treball realitzat per les forces de fregament:

$$E_{c_o} > W_{F_f} \rightarrow E_{c_o} > W_{F_e} + W_{F_p}$$

$$\frac{1}{2} m v^2 > (F_{f_e} + F_{f_p}) \cdot \Delta x \rightarrow \frac{1}{2} \cdot 80 \cdot v^2 > (38,052 + 45,66257) \cdot 1$$

$$v > \sqrt{\frac{83,71457}{40}} \rightarrow v > \sqrt{2,0928} \rightarrow v > 1,44667 \text{ m/s}$$

□ TREBALL PERDUT A CAUSA DE LES FORCES DE FREGAMENT EN TOTA LA LONGITUD LA PISTA

Aquest treball serà la suma de tots els treball causats pels diversos fregaments per un desplaçament de 430 metres.

$$W_{F_f} = W_{F_e} + W_{F_p} \rightarrow W_{F_f} = (F_{f_e} + F_{f_p}) \cdot \Delta x$$

$$W_{F_f} = (38,052 + 45,66257) \cdot \Delta x = 83,71475 \cdot 430 = 35997,265 \text{ J}$$

□ VELOCITAT MÀXIMA DE LA PISTA

Per fer aquest càlculs s'ha agafat la regla de conservació de l'energia mecànica.

· Sense fregament:

Es considera un cas ideal en el qual no hi hauria fregament. Per tant, l'energia potencial inicial de l'esquiador es convertirà al final en energia cinètica, íntegrament.

$$E_{M_o} = E_{P_o} \rightarrow E_{P_o} = m \cdot g \cdot h = 80 \cdot 9,81 \cdot 105 = 82404 \text{ J}$$

$$E_{M_f} = E_{C_f} \rightarrow E_{C_f} = \frac{1}{2} m v^2 = 40 \cdot v^2 \text{ J}$$

$$E_{M_o} = E_{M_f} \rightarrow E_{P_o} = E_{C_f} \rightarrow 82404 = 40 \cdot v^2$$

$$v = \sqrt{\frac{82404}{40}} = 45,388 \text{ m/s}$$

· Amb fregament:

Com que l'energia mecànica es conserva, la diferència entre l'energia potencial inicial i l'energia cinètica final es converteix en treball de les forces de fregament, majoritàriament en calor.

$$E_{M_o} = E_{P_o} \rightarrow E_{P_o} = m \cdot g \cdot h = 80 \cdot 9,81 \cdot 105 = 82404 \text{ J}$$

$$E_{M_f} = E_{C_f} + W_{Ff_i} \rightarrow E_{M_f} = \left(\frac{1}{2} m v^2\right) + (Ff_e + Ff_p) \cdot \Delta x = 40 \cdot v^2 + 83,71475 \cdot 430 =$$

$$= 40 \cdot v^2 + 35997,265$$

$$E_{C_f} = E_{P_o} - W_{Ff_i} \rightarrow E_{C_f} = 82404 - 35997,265 = 46406,735 \text{ J}$$

$$40 \cdot v^2 = 46406,735 \rightarrow v = \sqrt{\frac{46406,735}{40}} = 34,06 \text{ m/s}$$

Cal tenir en compte que aquesta velocitat seria la teòrica que podria arribar a agafar l'esquiador si es deixés anar pista avall sense girar. Això però, no és possible ja que segurament cauria abans d'arribar al final degut a les vibracions o alguna irregularitat.

Tot i això, en un super gegant, i fins i tot en el gegant, un corredor podria arribar a apropar-se a aquesta velocitat durant la baixada ja que la força que exerceix sobre els esquís l'impulsen. Per tant, seria possible arribar a aquesta velocitat, tot i que dependria de les intencions de l'esquiador que marcarien les seves accions, i fins i tot del recorregut marcat per fer la carrera o l'entrenament.

7.3 CONSUM I PRODUCCIÓ ELÈCTRICA

Les instal·lacions elèctriques que formarien la pista, serien el remuntador i el sistema de reg. Per tant, el consum total de la instal·lació dependrà dels consums parcials del tele-esquí i el de la sala de màquines dels Alabaus que serveix per irrigar la pista.

- Remuntador del Pedró

Treballaria a meitat de potència com fa durant l'hivern. Aleshores, tindria un consum de 15 kWh, i es desplaçaria a una velocitat de 3 m/s. Com que la longitud del remuntador és de 500 metres, i es desplaça a una velocitat constant:

$$v = \frac{e}{t} \rightarrow t = \frac{e}{v} = \frac{500}{3} = 166,67 \text{ s} \rightarrow 166,67 \text{ s} \cdot \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}} = 2,78 \text{ min}$$

El preu del kWh és de 0,12 €. Per tant, si no s'implantés cap sistema de captació d'energia solar, el cost del remuntador per dia, considerant que treballi durant 8 hores com a màxim, seria:

Consum total → 15 kWh · 8 h = 120 kWh cada dia d'esquí

Cost → 120 kWh · 0,12 €/kWh = 14,4€ al dia

- Sala de màquines dels Alabaus – SDM7

Bomba: 1000 kW. Es canviaria per una de 5 kW amb la qual n'hi hauria prou per alimentar el sistema de reg a una pressió de 5 bars.

Boulage: és un serpentí de refrigeració d'aigua que s'utilitza per ajustar la temperatura a la qual l'aigua arriba als canons. Per l'estiu no seria necessari ja que no té cap sentit refredar l'aigua. Per tant, els 22 kWh que consumeix no es tindran en compte.

El consum total seria doncs de 5 kWh. Tot i això, el principal consum és d'aigua. Cada aspersor consumeix 22 m³/h d'aigua quan treballen a una pressió de 5 bars. Com que hi hauria 7 aspersors, el consum total d'aigua seria de 154 m³/h.

Aquesta seria el consum d'aigua per dia ja que el sistema de reg funcionaria com a molt durant 1 hora. L'aigua no suposaria com cost econòmic ja que s'agafaria del llac dels Alabaus. Així, el consum elèctric total de la instal·lació amb la bomba nova (3000€) seria de 20 kWh.

- Sistema de captació d'energia solar

Per evitar complicacions a l'hora de col·locar i guardar la caseta de sortida, no es planteja posar plaques solars al sostre d'aquesta. Així, l'únic sistema de captació seria el conjunt de plaques que es fixarien a sobre del remuntador.

Aquest sistema de plaques solars estaria format per 82 conjunts de 3 panells cadascú. Per tant, un total de 246 panells. Com que cada panell té una potència de captació de 245 W, la captació total per hora seria de 60,270 kWh. Aplicant el rendiment del 30%, la producció d'energia seria de 18 kWh.

Es consideren 8 hores de sol al dia de mitjana en què s'aprofita el 100% de la radiació solar. Per tant, es produirien uns 144 kWh per dia d'esquí.

Per determinar si amb l'energia solar n'hi hauria prou per cobrir el consum diari de la instal·lació, es considera que la bomba treballaria 1 hora al dia, i el remuntador menys de 8 hores.

Consum bomba al dia → 5 kWh

Consum remuntador al dia → 120 kWh

Diferència d'energia produïda - consumida:

$$E_{produïda} - E_{consumida} = 144 - (120 + 5) = 19 \text{ kWh al dia}$$

Aquesta energia produïda que sobraria, serviria per alimentar la cafeteria i els serveis, o en tot cas abonar-la a la xarxa. El consum elèctric dels aspersors es considera negligible ja que és molt petit.

Per calcular la producció elèctrica en l'estudi econòmic, s'han considerat 70 dies en els quals no es captaria energia solar, 60 dies en els quals la producció és màxima durant 8 hores, 150 en els quals la producció és màxima durant 4,75 hores i 85 dies en els quals la producció és màxima durant 6,66 hores.

□ COSTOS DE L'ELECTRICITAT SENSE SISTEMA DE PLAQUES SOLARS

El cost per dia del remuntador seria de 14,4 €.

El cost per dia del sistema de reg seria de 0,6 €.

Aquestes dades s'utilitzaran en el següent apartat per comprovar la viabilitat econòmic d'implantació, o no, d'un sistema de plaques solars. Es tindran en compte diverses variables com: nº de temporades que s'utilitzaria, costos d'instal·lació, possibles costos de manteniment... Això es posaria en contraposició amb els costos sense aplicar aquest sistema de captació. També es tindrà en compte la temporada d'esquí d'hivern i l'època de no activitat energètica considerable a l'estació.

8. ESTUDI ECONÒMIC

A l'hora de dur a terme aquest projecte s'han considerat múltiples factors econòmics. Com que la inversió principal seria la implantació d'un sistema de captació d'energia solar, es valorarà, a partir de dos estudis econòmics, la viabilitat del projecte i el temps que es tardaria a amortitzar les inversions i aconseguir beneficis econòmics.

Abans d'entrar a analitzar el dos estudis, cal destacar que el preu del sistema de captació solar ja inclou totes les adaptacions elèctriques necessàries, així com també els elements de connexió amb la xarxa. Els costos de reparació de la pista serien elevats tan sols la primera temporada, a partir de la segona disminuirien ja que tan sols s'hauria de reparar una mica la pista. El què es paga sobretot en els costos d'exploració són els treballadors encarregats de fer les diferents tasques. A més, per analitzar l'evolució del negoci en els propers anys, es considerarien més ingressos ja que es considera que l'esport aniria en augment i que per tant, augmentarien el nombre d'esquiadors. Això suposaria més forfets, lloguer de la pista per part dels clubs...

Per calcular les hores de sol, s'han de tenir en compte diversos aspectes. Quan els cel està clar, arriba un 90% de radiació. Quan està ennuvolat, entre un 80% i un 20% de radiació, i quan està totalment ennuvolat, entre un 20% i un 0%.

Estudi amb sistema de captació solar

Com es pot observar en el full de càlcul, hi hauria un dèficit d'uns 74 mil euros la primera temporada. Ara bé, aquest dèficit és fictici ja que no s'han tingut en compte els ingressos de captació d'energia solar durant l'hivern següent. Aquesta energia es podria utilitzar durant la temporada d'hivern per fer funcionar la Sala de Màquines dels Alabaus. Així es reduiria el consum energètic i el dèficit de l'estiu es compensaria a l'hivern. Encara que, com que el preu de kWh que es ven a la xarxa és superior que el que es paga, seria convenient vendre'l i tenir ingressos econòmics directes.

Si es vol veure explícitament que seria una inversió rentable, es podrien considerar els ingressos de la captació d'energia durant l'hivern directament. Així, el primer any, des de l'inici de la temporada d'estiu fins al començament de la següent d'estiu, l'estació obtindria un dèficit de tan sols 20.000 euros.

Això seria possible gràcies a la producció contínua del sistema de captació. En total es consideren 300 dies a l'any de captació. Hi haurien 8 hores completes de sol per dia durant l'època d'esquí d'herba. Unes 4,75 hores durant la temporada d'hivern; i 6,66 quan l'estació no està activa.

Observant els resultats obtinguts, en teoria el primer any hi hauria un dèficit important. Tot i això, com es veurà en l'estudi de previsió d'ingressos a llarg termini, a mesura que passi el temps, l'estació tindria uns ingressos força destacats gràcies a la venda d'energia solar principalment. A més, els ingressos encara podrien ser majors si l'afició a l'esquí d'herba augmenta, i els clubs aporten corredors i per tant, forfets de temporada i diners per llogar la pista. També es recuperaria capital gràcies al servei de lloguer d'esquís.

ANÀLISI ECONÒMIC EXPLOTACIÓ ACTIVITAT ESQUÍ D'HERBA DE LA PRIMERA TEMPORADA	
Horari Previst de Funcionament: 11:00h a 19:00h Període obertura: 01/07/2014 al 31/08/2014	
	Pista del Pedró
Dies d'Explotació:	60
PREVISIÓ D'INGRESSOS	84.853,64 €
Ingressos per forfait	30.000,00 €
<i>Preu mig forfait</i>	10,00 €
<i>Vistants TOTALS previstos (visitants Dia x Dies d'Explotació)</i>	3.000
<i>Visitants mitjos per dia d'explotació</i>	50
Altres ingressos	20.600,00 €
<i>Explotació cafeteria</i>	600,00 €
<i>Lloguer de material (per temporada): 20€ al dia // 1000 llogaters</i>	20.000,00 €
Ingressos Energia Solar Fotovoltaica (Durant la resta de l'any)	34.253,64 €
<i>Durant l'època d'esquí d'herba</i>	472,42 €
<i>Mitjana de kWh sobrants al dia</i>	19
<i>Preu del kWh transmès a la xarxa elèctrica</i>	0,4144 €
<i>Durant l'època sense activitat a l'estació</i>	33.781,22 €
<i>Mitjana de kWh produïts al dia</i>	144
<i>Preu del kWh transmès a la xarxa elèctrica</i>	0,4144 €
<i>Hores de producció</i>	6,66
<i>Dies de producció</i>	85
COSTOS EXPLOTACIÓ	33.030,00 €
Costos personal remuntador i serveis complementaris	20.700,00 €
Agents	3,00
<i>Explotació remuntador</i>	1,00
<i>Taquilles</i>	0,50
<i>Socorrisme / Manteniment de pista</i>	1,00
<i>Suport neu (Regar pista, SDM)</i>	0,50
<i>Cost agent/dia</i>	115,00 €
Preparació i restitució de pistes i instal·lacions	9.580,00 €
Preparació pista i instal·lacions (costos de personal propi)	4.000,00 €
<i>Balització i senyalització pista</i>	500,00 €
<i>Preparació de pista i despedregament inicial i suport manteniment de pista</i>	3.000,00 €
<i>Instal·lació d'equipaments i adequació instal·lacions</i>	500,00 €
Restitució / Reparació pista	5.580,00 €
<i>Reparació amb maquinària</i>	1.200,00 €
<i>Hidrosembra</i>	3.000,00 €
<i>Desmuntatge pista i equipaments</i>	1.380,00 €
Altres despeses	2.750,00 €
<i>Assegurances</i>	2.250,00 €
<i>Permisos i llicències</i>	500,00 €
RESULTAT OPERATIU	51.823,64 €
INVERSIONS	125.500,00 €
<i>Bomba de baixa potència</i>	3.000,00 €
<i>Rampa de sortida petita</i>	500,00 €
<i>Construcció caseta de sortida</i>	5.000,00 €
<i>Material lliscant / Adequació zones de sortida, arribada i remuntador</i>	500,00 €
<i>Solució camí del mur</i>	2.000,00 €
<i>Zona de rentat d'esquís</i>	2.000,00 €
<i>Comprar esquís d'herba per lloguer i venda (50 parells d'esquís)</i>	12.500,00 €
<i>Sistema de captació solar</i>	100.000,00 €
RESULTAT ECONÒMIC PRIMERA TEMPORADA	-73.676,36 €
Ingressos Energia Solar Fotovoltaica (Temporada d'hivern)	53.146,80 €
<i>Mitjana de kWh produïts al dia</i>	180
<i>Preu del kWh transmès a la xarxa elèctrica</i>	0,4144 €
<i>Hores al dia de sol</i>	4,75
<i>Dies de producció elèctrica a l'any</i>	150

Estudi sense sistema de captació solar

Per fer aquest altre estudi, no s'ha tingut en compte la implantació d'un sistema de captació solar. Per tant, apareixen les despeses per energia i els ingressos disminueixen.

Com es pot observar, hi hauria un dèficit total d'uns 9.000 euros la primera temporada. Aquest es podria anar recuperant amb els anys a base de forfets, lloguer de material i lloguer de la pista pels entrenaments.

ANALISI ECONÒMIC EXPLOTACIÓ ACTIVITAT ESQUÍ D'HERBA DE LA PRIMERA TEMPORADA	
Horari Previst de Funcionament: 11:00h a 19:00h Període obertura: 01/07/2014 al 31/08/2014	
	Pista del Pedró
Dies d'Explotació:	60
PREVISIÓ D'INGRESSOS	50.600,00 €
Ingressos per forfait	30.000,00 €
<i>Preu mig forfait</i>	10,00 €
<i>Vistants TOTALS previstos (visitants Dia x Dies d'Explotació)</i>	3.000
<i>Visitants mitjos per dia d'explotació</i>	50
Altres ingressos	20.600,00 €
<i>Explotació cafeteria</i>	600,00 €
<i>Lloguer de material (per temporada): 20€ al dia // 1000 llogaters</i>	20.000,00 €
COSTOS EXPLOTACIÓ	33.930,00 €
Costos personal remuntador i serveis complementaris	20.700,00 €
<i>Agents</i>	3,00
<i>Explotació remuntador</i>	1,00
<i>Taquilles</i>	0,50
<i>Socorrisme / Manteniment de pista</i>	1,00
<i>Suport neu (Regar pista, SDM)</i>	0,50
<i>Cost agent/dia</i>	115,00 €
Subministrament elèctric	900,00 €
<i>Total consum de kWh al dia</i>	125
<i>kWh remuntadors per Dia</i>	120
<i>kWh sistema de reg per Dia</i>	5
<i>Cost Kw</i>	0,12 €
Preparació i restitució de pistes i instal·lacions	9.580,00 €
<i>Preparació pista i instal·lacions (costos de personal propi)</i>	4.000,00 €
<i>Balització i senyalització pista</i>	500,00 €
<i>Preparació de pista i despedregament inicial i suport manteniment de pista</i>	3.000,00 €
<i>Instal·lació d'equipaments i adequació instal·lacions</i>	500,00 €
<i>Restitució / Reparació pista</i>	5.580,00 €
<i>Reparació amb maquinària</i>	1.200,00 €
<i>Hidrosembra</i>	3.000,00 €
<i>Desmuntatge pista i equipaments</i>	1.380,00 €
Altres despeses	2.750,00 €
<i>Assegurances</i>	2.250,00 €
<i>Permisos i llicències</i>	500,00 €
RESULTAT OPERATIU	16.670,00 €
INVERSIONS	25.500,00 €
<i>Bomba de baixa potència</i>	3.000,00 €
<i>Rampa de sortida petita</i>	500,00 €
<i>Construcció caseta de sortida</i>	5.000,00 €
<i>Material lliscant / Adequació zones de sortida i arribada</i>	500,00 €
<i>Zona de rentat d'esquis</i>	2.000,00 €
<i>Comprar esquís d'herba per lloguer i venda (50 parells d'esquis)</i>	12.500,00 €
<i>Solució camí del mur</i>	2.000,00 €
RESULTAT ECONÒMIC PRIMERA TEMPORADA	-8.830,00 €

Comparació

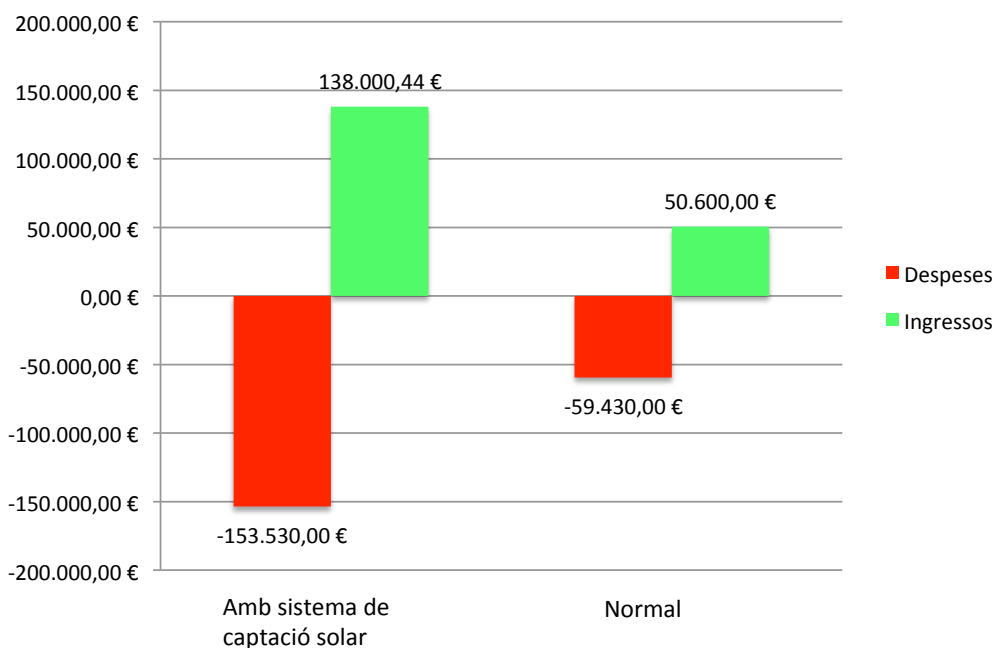
Si es comparen els dos estudis econòmics, s'observa que el que considera la implantació d'un sistema de plaques solars, obtindria uns beneficis més elevats, i a més en un període de temps curt. Així doncs, seria molt més factible econòmicament portar a la pràctica el primer estudi econòmic. Ara bé, faria falta una inversió inicial que podria realitzar la mateixa estació, o una organització externa, tot i que després hauria de pactar el permís d'explotació amb l'estació.

Així doncs, la principal diferència estaria en la inversió inicial i els possibles beneficis posteriors. Evidentment, el projecte que considera la instal·lació de plaques solars, tindria uns beneficis fixes. En canvi l'altre, dependria d'elements incerts i podria no seguir les pautes imaginades de manera que seria un negoci amb molts pocs beneficis o deficitari.

COMPARACIÓ DELS DOS PROJECTES

AMB SISTEMA DE CAPTACIÓ SOLAR	
Despeses totals	-158.530,00 €
Ingressos totals	138.000,44 €
Resultat operatiu 1a Temporada:	-20.529,56 €

NORMAL	
Despeses totals	-59.430,00 €
Ingressos totals	50.600,00 €
Resultat operatiu 1a Temporada:	-8.830,00 €



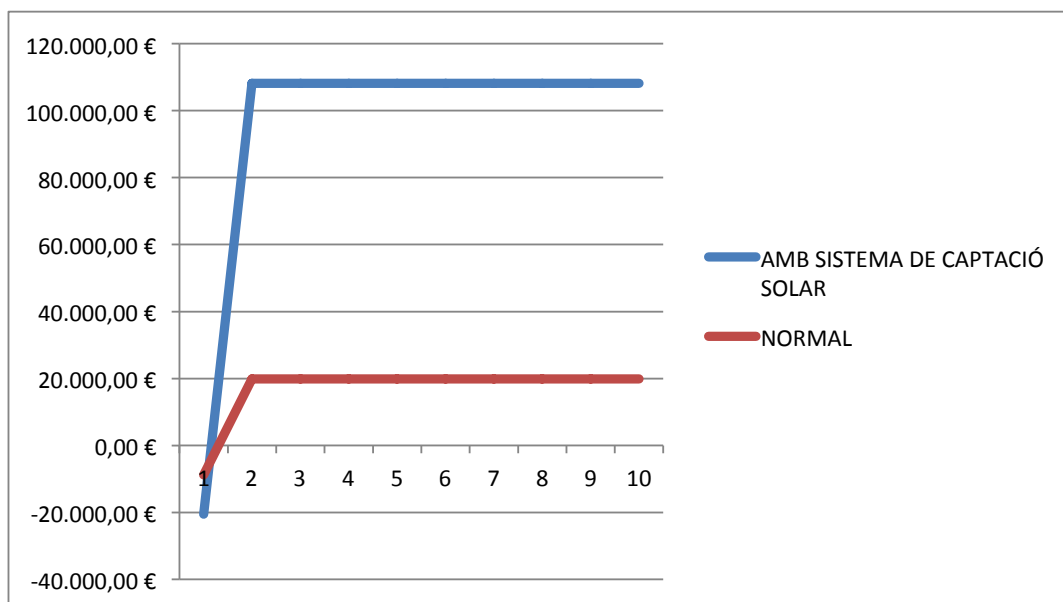
Amortització i previsió d'ingressos amb el sistema de captació solar

Per analitzar l'evolució de cada projecte durant deu temporades d'esquí d'herba, fins a iniciar la onzena, s'han suposat uns ingressos teòrics per forfets en els dos casos, i el de venda d'energia en el cas del projecte que ho considera.

En aquestes deu temporades, les inversions que s'han de fer són molt menors a les de la primera; quan s'inicia el negoci. Com es veurà a continuació en els gràfics següents, el projecte que considera la implantació d'un sistema de captació solar tindria un benefici net molt més elevat cada temporada. Així, els ingressos de capital acumulat al llarg de les 10 temporades són molt majors que no els que podria tenir e negoci simple.

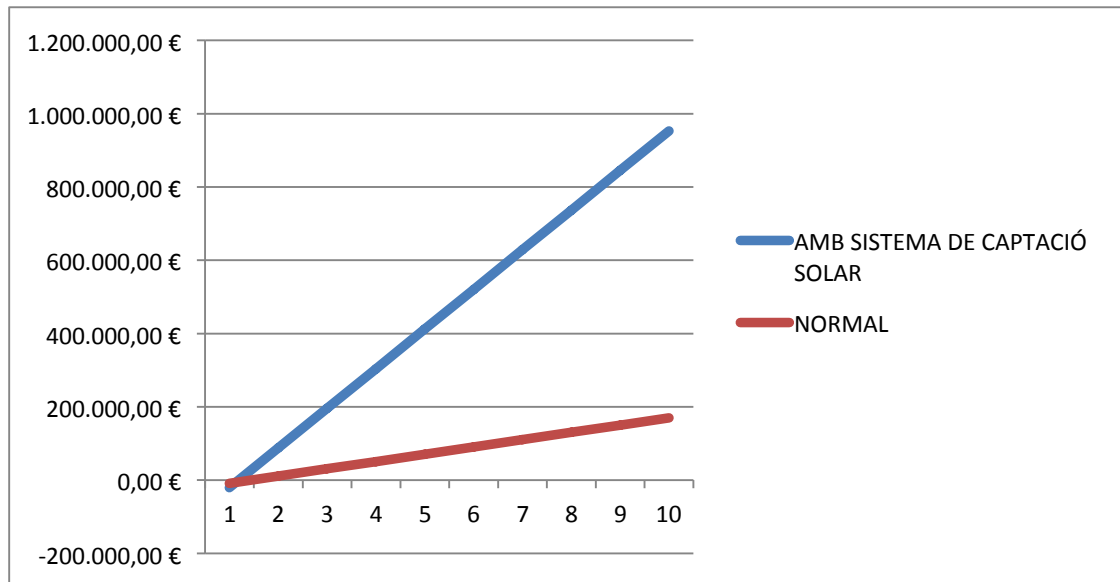
PREVISIÓ D'INGRESSOS DELS DOS PROJECTES ECONÒMICS

Nº DE TEMPORADA	AMB SISTEMA DE CAPTACIÓ SOLAR	NORMAL
1	-20.529,56 €	-8.830,00 €
2	108.170,44 €	19.870,00 €
3	108.170,44 €	19.870,00 €
4	108.170,44 €	19.870,00 €
5	108.170,44 €	19.870,00 €
6	108.170,44 €	19.870,00 €
7	108.170,44 €	19.870,00 €
8	108.170,44 €	19.870,00 €
9	108.170,44 €	19.870,00 €
10	108.170,44 €	19.870,00 €
Al cap de 10 temp.	953.004,40 €	170.000,00 €



INGRESSOS ACUMULATS:

Nº DE TEMPORADA	AMB SISTEMA DE CAPTACIÓ SOLAR	NORMAL
1	-20.529,56 €	-8.830,00 €
2	87.640,88 €	11.040,00 €
3	195.811,32 €	30.910,00 €
4	303.981,76 €	50.780,00 €
5	412.152,20 €	70.650,00 €
6	520.322,64 €	90.520,00 €
7	628.493,08 €	110.390,00 €
8	736.663,52 €	130.260,00 €
9	844.833,96 €	150.130,00 €
10	953.004,40 €	170.000,00 €
Al cap de 10 temp.	953.004,40 €	170.000,00 €



ANÀLISI ECONÒMIC EXPLOTACIÓ ACTIVITAT ESQUÍ D'HERBA TEMPORADES SEGÜENTS AMB SISTEMA DE CAPTACIÓ SOLAR	
Horari Previst de Funcionament: 11:00h a 19:00h Període obertura: 01/07/2015 al 31/08/2015	
Pista del Pedró	
Dies d'Explotació:	60
PREVISIÓ D'INGRESSOS	97.853,64 €
Ingressos per forfet	60.000,00 €
<i>Preu mig forfet</i>	10,00 €
<i>Vistants TOTALS previstos (visitants Dia x Dies d'Explotació)</i>	3.000
<i>Visitants mitjos per dia d'explotació</i>	50
<i>Ingrés dels forfets de temporada</i>	30.000,00 €
<i>Preu forfet de temporada</i>	150,00 €
<i>Nombre de forfets de temporada</i>	200
Altres ingressos	3.600,00 €
<i>Explotació cafeteria</i>	600,00 €
<i>Lloguer de material (per temporada): 20€ al dia // 150 llogaters</i>	3.000,00 €
Ingressos Energia Solar Fotovoltaica excepte temporada d'hivern	34.253,64 €
<i>Durant l'època d'esquí d'herba</i>	472,42 €
<i>Mitjana de kWh sobrants al dia</i>	19
<i>Preu del kWh transmès a la xarxa elèctrica</i>	0,4144 €
<i>Durant l'època sense activitat a l'estació</i>	33.781,22 €
<i>Mitjana de kWh produïts al dia</i>	144
<i>Preu del kWh transmès a la xarxa elèctrica</i>	0,4144 €
<i>Hores de producció</i>	6,66
<i>Dies de producció</i>	85
COSTOS EXPLOTACIÓ	30.330,00 €
Costos personal remuntador i serveis complementaris	20.700,00 €
Agents	3,00
<i>Explotació remuntador</i>	1,00
<i>Taquilles</i>	0,50
<i>Socorrisme / Manteniment de pista</i>	1,00
<i>Support neu (Regar pista, SDM)</i>	0,50
<i>Cost agent/dia</i>	115,00 €
Preparació i restitució de pistes i instal·lacions	6.880,00 €
<i>Preparació pista i instal·lacions (costos de personal propi)</i>	4.000,00 €
<i>Balització i senyalització pista</i>	500,00 €
<i>Preparació de pista i despedregament inicial i suport manteniment de pista</i>	3.000,00 €
<i>Instal·lació d'equipaments i adequació instal·lacions</i>	500,00 €
<i>Restitució / Reparació pista</i>	2.880,00 €
<i>Hidrosembra</i>	1.500,00 €
<i>Desmuntatge pista i equipaments</i>	1.380,00 €
Altres despeses	2.750,00 €
<i>Assegurances</i>	2.250,00 €
<i>Permisos i llicències</i>	500,00 €
RESULTAT OPERATIU	67.523,64 €
INVERSIONS	12.500,00 €
<i>Promoció (publicitat), organització de competicions i reposició de material</i>	12.500,00 €
RESULTAT ECONÒMIC TEMPORADES SEGÜENTS	55.023,64 €
Ingressos Energia Solar Fotovoltaica (Temporada d'hivern)	53.146,80 €
<i>Mitjana de kWh produïts al dia</i>	180
<i>Preu del kWh transmès a la xarxa elèctrica</i>	0,4144 €
<i>Hores al dia de sol</i>	4,75
<i>Dies de producció elèctrica a l'any</i>	150

ANALISI ECONÒMIC EXPLOTACIÓ ACTIVITAT ESQUÍ D'HERBA TEMPORADES SEGUENTS SENZILL	
Horari Previst de Funcionament: 11:00h a 19:00h Període obertura: 01/07/2015 al 31/08/2015	
	Pista del Pedró
Dies d'Explotació:	60
PREVISIÓ D'INGRESSOS	63.600,00 €
Ingressos per forfet	60.000,00 €
<i>Preu mig forfet</i>	10,00 €
<i>Vistants TOTALS previstos (visitants Dia x Dies d'Explotació)</i>	3.000
<i>Visitants mitjos per dia d'explotació</i>	50
<i>Ingrés dels forfets de temporada</i>	30.000,00 €
<i>Preu forfet de temporada</i>	150,00 €
<i>Nombre de forfets de temporada</i>	200
Altres ingressos	3.600,00 €
<i>Explotació cafeteria</i>	600,00 €
<i>Lloguer de material (per temporada): 20€ al dia // 150 llogaters</i>	3.000,00 €
COSTOS EXPLOTACIÓ	31.230,00 €
Costos personal remuntador i serveis complementaris	20.700,00 €
Agents	3,00
<i>Explotació remuntador</i>	1,00
<i>Taquilles</i>	0,50
<i>Socorrisme / Manteniment de pista</i>	1,00
<i>Suport neu (Regar pista, SDM)</i>	0,50
<i>Cost agent/dia</i>	115,00 €
Subministrament elèctric	900,00 €
Total consum de kWh al dia	125
<i>kWh remuntadors per Dia</i>	120
<i>kWh sistema de reg per Dia</i>	5
<i>Cost Kw</i>	0,12 €
Preparació i restitució de pistes i instal·lacions	6.880,00 €
Preparació pista i instal·lacions (costos de personal propi)	4.000,00 €
<i>Balització i senyalització pista</i>	500,00 €
<i>Preparació de pista i despedregament inicial i suport manteniment de pista</i>	3.000,00 €
<i>Instal·lació d'equipaments i adequació instal·lacions</i>	500,00 €
Restitució / Reparació pista	2.880,00 €
<i>Hidrosembra</i>	1.500,00 €
<i>Desmuntatge pista i equipaments</i>	1.380,00 €
Altres despeses	2.750,00 €
<i>Assegurances</i>	2.250,00 €
<i>Permisos i llicències</i>	500,00 €
RESULTAT OPERATIU	32.370,00 €
INVERSIONS	12.500,00 €
<i>Promoció (publicitat), organització de competicions i reposició de material</i>	12.500,00 €
RESULTAT ECONÒMIC TEMPORADES SEGUENTS	19.870,00 €

9. CONCLUSIONS

Després de l'elaboració d'aquest projecte tècnic i econòmic s'ha arribat a un resultat final on s'aporta, amb una visió tècnica i raonada, un pla d'acció per a la realització d'un negoci econòmicament viable i sostenible.

Durant la redacció dels apartats teòrics, on s'han explicat tan els aspectes històrics com els tècnics del material i de l'esport, s'hi han afegit conceptes que han enriquit de forma considerable el contingut d'aquests. Això ha permès aportar una informació real i acceptada per tots els entesos de l'esport. La recerca d'aquesta es plantejava difícil, però gràcies a la col·laboració de tercers s'ha pogut elaborar amb informació de professionals i entesos en el tema.

Ja entrant a valorar el tema central, la pista, es pot considerar que tots els objectius plantejats a l'inici s'han aconseguit complir a nivell teòric. Com tot projecte que comença, aquest també necessitaria unes tasques de preparació abans de poder ser portat a la seva realització. Això ja es tenia present en un començament però, durant la recerca de mètodes per fer-ho més senzill, econòmic i de qualitat, s'han trobat recursos desconeguts que han permès enriquir considerablement la qualitat d'aquest projecte tècnic (hidrosembra, sistema de reg...). El problema que queda menys concretat és el del camí que creua la pista en la seva part final. Tot i això, s'han plantejat diverses opcions factibles i fàcilment realitzables. La decisió final dependria de l'estació a l'hora de dur a terme el projecte. Seguint amb les estructures, el disseny d'aquestes ha estat més complicat del que en un principi s'esperava. Al final però, superant les dificultats de disseny informàtic, s'ha pogut arribar a dissenyar unes construccions que respecten les normes establertes per la FIS.

L'aportació més destacable i innovadora ha estat el sistema de captació solar ja que ha permès desenvolupar un estudi econòmic de qualitat a més de permetre accedir a informació tècnica sobre l'aprofitament dels recursos naturals. Tot i això, s'ha deixat de banda la col·locació de plaques solar al sostre de la caseta ja que suposaria un problema emmagatzemar-la durant l'hivern i problemes en el transport.

L'apartat dels càlculs ha permès analitzar més a fons els aspectes físics de la pista i confirmar el compliment de les normes FIS d'homologació. També s'ha mostrat la velocitat real a nivell teòric d'un esquiador. Aquí apareix la segona renúncia del treball ja que es desisteix, després d'utilitzar tots els recursos possibles, a calcular la velocitat final considerant la resistència aerodinàmica per falta de dades i capacitat matemàtica pròpia. Els càlculs però, han servit per aplicar els propis coneixements i per aproximar-se a la realitat de l'esquiador.

Per últim, l'anàlisi econòmic ens ha mostrat l'evolució de les noves tecnologies de captació solar. S'ha observat que gràcies a un sistema innovador el resultat a curt termini d'un negoci, podria ser molt beneficiós. Tot i això, també deixa palès que per iniciar qualsevol projecte, es necessita un inversor que cregui en la viabilitat del negoci.

En general, tot el projecte ha servit per analitzar tant l'esquí d'herba a nivell teòric, per proposar un estudi que s'apropa molt a la realitat.

10. VALORACIÓ PERSONAL

Aquest projecte ja es va plantejar amb la intenció personal d'aprendre més coses sobre un esport no gaire conegut a les nostres terres. Així, valoro molt positivament el meu enriquiment pel què fa a teoria sobre l'esquí en temes de tècnica i de forces.

També buscava, aprofitant que s'havia de fer un treball, poder elaborar un projecte que s'adaptés a les meves intencions d'estudis futurs. A més, com que he practicat aquest esport i seria bo fer-lo arribar a la nostra gent, he pogut plantejar una possible realització i implantació de l'esquí d'herba al mateix lloc on es practica, durant l'hivern, l'esquí alpí.

L'elaboració d'aquest treball m'ha permès gaudir, dins de la feixuga feina que comporta, d'un esport que vaig conèixer fa poc i a més poder treure a la llum coneixements, recursos i idees per poder elaborar un projecte que s'apropa molt la realitat. També el valoro molt positivament ja que m'ha obert les portes cap a un camí a seguir on l'únic que m'ha fallat ha estat un aspecte de càlcul i de disseny. Això també aporta un aspecte positiu i és que em dona força per seguir treballant i esforçant-me per arribar a un nivell de coneixement matemàtic, físic i tècnic òptim per un futur.

11. BIBLIOGRAFIA

TÈCNICA DEL'ESQUÍ ALPÍ. METODOLOGIA DEL'ENSENYAMENT I DEL'ENTRENAMENT.
Autor: Fesneu (Associació Catalana per a la Formació en Esports de Neu), Catalunya:
OM editorial, 2a edició. 2012.

100 YEARS OF INTERNATIONAL SKIING. FIS, Fédération Internationale de Ski (2010).
, Àustria: FIS, 1a edició.

SKI MAGAZINE. "Télési solaire", SKI dins l'apartat Actus (actualitat), núm. 411, Febrer
– Març – Abril 2012, p. 10.

PDF Biomecànica: Kinetic Analysis of Ski Turns Based on Measured Ground Reaction
Forces.

PDF Sobre l'energia fotovoltaica: ¿Cómo se puede aprovechar la energía solar fotovol-
taica?

PDF Aspensors: Catálogo Twin, aspensor gigante.

12.WEBGRAFIA

GRASSKI.net: El esquí sobre hierba [en línia] <<http://www.grasski.net/kde-se-lyzujena-trave/o-travnim-lyzovani/historie-travniho-lyzovani>> [15.6.2012].

FIS (Fédération Internationale de Ski): Grass Skiing [en línia] <<http://www.fis-ski.com/uk/disciplines/grassskiing/grass-skiing-rules/rules.html>> [15.6.2012].

GRASSKI.de: Documents [en línia] <<http://www.grasski.de>> [20.6.2012].

JAPAN GRASS SKI ASSOCIATION: Grass ski set up [en línia] <<http://www.grass-ski.or.jp>> [18.7.2012]

GRASSKI BARBARA MIKOVA: Barbara Mikova [en línia] <<http://www.math.muni.cz/~xmikovab/>> [18.7.2012]

ABC OF SKIING: Skiing Disciplines – Grass Skiing [en línia] <<http://www.abc-of-skiing.com/grassskiing.asp>> [23.7.2012]

SPEEDY JACK: Producer of Grasski [en línia] <<http://www.grasski.com>> [23.7.2012]

SKILIFT-TENNA: Solarsilift Tenna [en línia] [1.11.2012] <http://www.skilift-tenna.ch/katalog_list_eine_rubrik.php?auswahl=2&idp=0>

WIKIPEDIA: Hydroseeding [en línia] [2.11.2012] <<http://en.wikipedia.org/wiki/Hydroseeding>>

ARICO FOREST, SL: Hidrosembra [en línia] [2.11.2012] <<http://www.aricoforest.com/articles.php?lng=ca&pg=10>>

WIKIPEDIA: Drag coefficient [en línia] [4.1.2013] <http://en.wikipedia.org/wiki/Drag_coefficient>

HM SISTEMAS: Energía Solar, Calculadora de horas solares de pico. [en línia] [10.1.2013] <http://www.hmsistemas.es/shop/catalog/calculadora_hsp.php>

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA: Temperaturas medias, horas de sol y precipitación. [en línia] [10.1.2013]. <<http://www.ine.es/daco/daco42/bme/c19.pdf>>

13. AGRAÏMENTS

Xavier Perpinyà i Pere Blanch, (estació d'esquí de La Molina), per l'aportació d'arxius i documents indispensables per a l'elaboració del treball referents a la pista del Pedró i altres aspectes tècnics de la pista i els seus elements.

Martin Stepanek (productor d'esquís d'herba i corredor de la Rep. Txèca), per la seva aportació d'informació sobre diversos aspectes tècnics dels esquís d'herba.

Didi Klemens (entrenador de l'equip alemany d'esquí d'herba), per la seva col·laboració en la recerca d'informació sobre els esquís d'herba.

Roberto Parisi (homologador oficial de la FIS de les pistes d'esquí d'herba), per l'aportació dels paràmetres d'homologació de les pistes de competició.

Oriol Molas (fotògraf), per la seva col·laboració en la recerca d'informació teòrica, i pel préstec de la seva càmera i eines de fotografia.

Natàlia de Rivera (professora d'esquí alpí), per l'aportació de dades històriques sobre l'esquí d'herba a Catalunya, i pel préstec dels seus esquís d'herba antics.

Jordi Canelles i Florenci Crivillés, per l'aportació de document i dades històriques sobre l'inventor ripollès Ramon Casanova i Danés.

Pedro Pérez (llicenciat en INEF i entrenador d'esquí alpí), per la seva aportació de documents o comentaris sobre la biomecànica de l'esquí.

Toni Santmartí (Director de l'estació d'esquí de Gran Pallars. Grup FGC), per l'explicació d'aspectes tècnics que han fet possible la planificació de la pista d'esquí d'herba.

..... (tutor del treball), pel seu guiatge durant l'elaboració del treball i l'ajuda a concretar el contingut d'aquest.

Sense la col·laboració altruista de totes aquestes persones hauria estat impossible poder elaborar aquest projecte.