

Gaur egun Suitzako bidaiari-kopurua 1950. urtean baino hiru aldiz handiagoa da eta % 80 baino gehiago errepideetan ibiltzen da. Gogoratu beharra dago, ordea, orain dela hogeita hamar urte portzentia hori trenbideari zegokiola.

Suitza guztirako metroa

Florentino Alargunsoro

Oraingo martxan Suitzako errepideetako trafikoa dela eta, laster izango dira kolapsotik gertu. Bertako trenbideek ere arazoa neurri batean arin dezakete, baina adituek beste irtenbide bat aztertu dute: Suitzako hiri nagusiak 500 kilometro orduko abiaduraz lotuko dituen lurrazpiko tren "flotagarria".

Dena den, egunetik egunera bidaiari gehiago dago eta errepideak beteta daude. Gainera automobilengatik poluzioak eta zirkulazio-butxadurak gastu handiak eragiten dizkio Suitzako Konfederazioari.

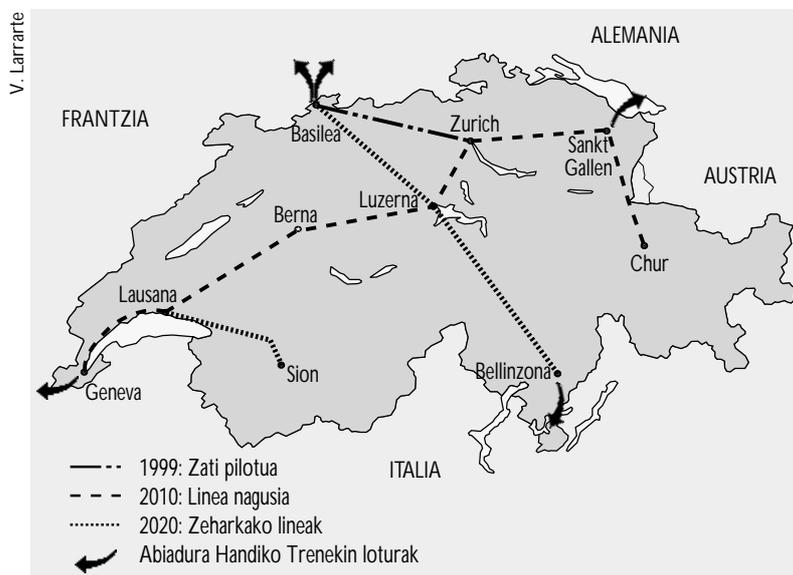
Irtenbide bat trenbide-sarea hobetzea da, baina adituen arabera hori ez da hain erraza. Izan ere, lau oztopo nagusi daude horretarako. Batetik, gero eta leku gehiago daude urbanizaturik,

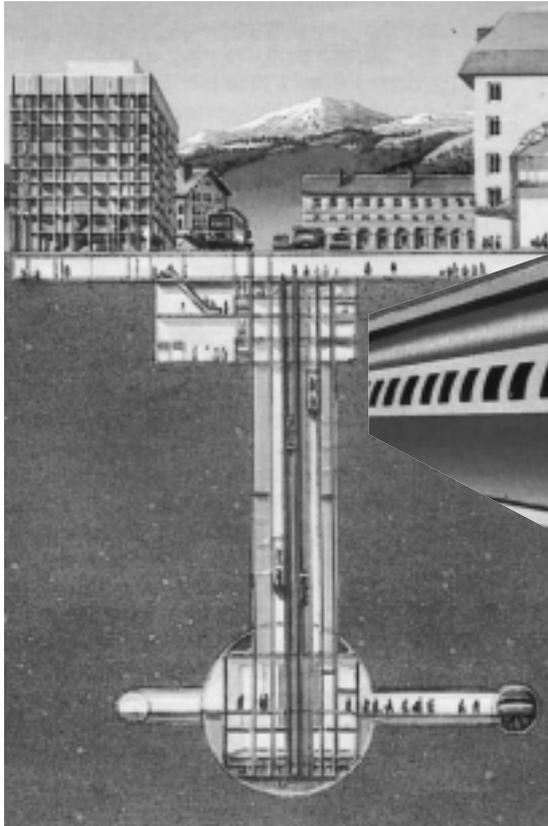
baina horrez gain Suitzako lurraldeak malkartsuak direla hartu behar da kontutan. Bestetik, ez da ahaztu behar ingurugiroa babesteko neurriak gero eta estuagoak direla eta lurrazpiko desjabetzea gero eta zailagoa dela.

Lausanako Eskola Politeknikoko Francis-Luc Perret irakaslearen ustetan, Suitzako metroak ("Swissmetro" deitzen diote) oztopo horiek guztiak gaindituko litzuke. Proiektua 1974.ean Rodolph Nieth injineruari bururatu zitzaion eta funtsean Suitzako lurpean 500 km/h-ko abiadura lortuko lukeen metro-sarea da. 300 kilometro luzeko hiria litzateke horrela Suitza osoa. Oraingo hiri nagusiak, metroaren geltoki lirateke eta Genevatik Bernaraino hogeita zazpi minutuan joaterik egongo litzateke. Geltoki arteko bidaiaren iraupena batezbeste hamabi minutukoa izango dela kalkulatu da, horretarako lurrazpiko trenak 400 eta 500 km/h-ko abiadura lortuko lukeelarik.

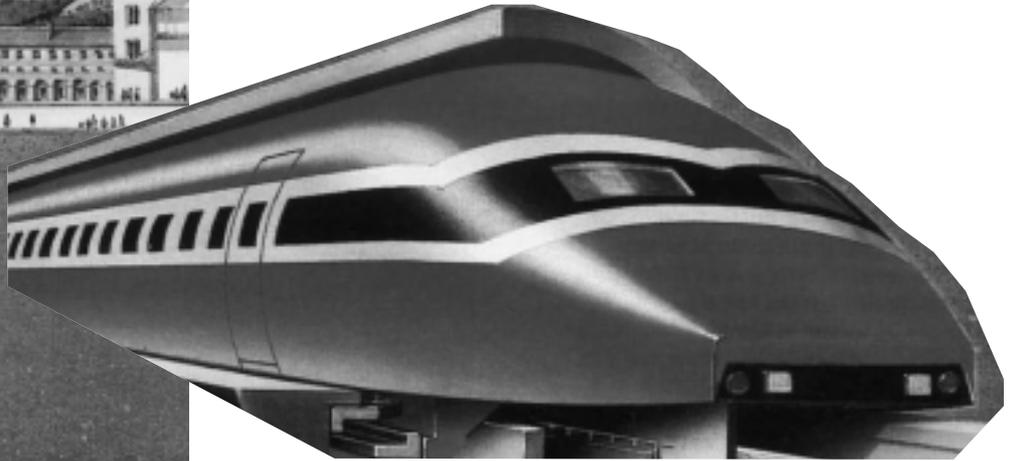
Lebitazio magnetikozko trenak

Abiadura horietan ibiliko litzatekeen trena lebitazio magnetikoz bidea baino 20 milimetro gorago joango litzateke, eta tuneletan airea kendu eta neurri bateraino





Suitza guztirako metroaren proiektua 1974.ean Rodolph Nieth injeneruari bururatu zitzaion eta funtsean Suitzako lurpean 500 km/h-ko abiadura lortuko lukeen metro-sarea da. 300 kilometro luzeko hiria litzateke horrela Suitza osoa.



koki egin daiteke, Suitzako garraio-sistema hobetu egingo luke eta ekonomiko-ki errentagarria izango litzateke.

bidea egongo litzateke, edo bestela hiru zonako egitura metalikoa, tunel batetik bere paralelora eta metroaren linea batetik bestera igarotzeko.

Trenen bi tunel paraleloez gain beste galeria bat ere (hirugarrena) egongo litzateke, kableak igarotzeko edo istripua denean bidaiariak ateratzeko eta bertara airea berehala bidaltzeko (bost segundoren buruan airea edukitzea espero dute).

Tuneletatik airea aterata neurri bateraino hutsa egiten da. Trenak tunel txiki horietan 400-500 kilometro orduko abiadura lordezan beste erremediorik ez dago. Ibilgailuak baino % 20 sekzio handiagoa duen tunelean trenea 400 kilometro orduko abiaduran (0,3 Mach abiaduran) doanean, blokeatu egiten da. Airea ibilgailuaren aurrean pilatzen da, beraz balaztatuz. Aireak eskaintzen duen erresistentzia hori jaisteko simulazioz saioak egin dituzte, eta irtenbidea tunelaren barneko airearen presioa jaistea da. Presio hori 0,1 eta 0,01 atmosfera bitartekoa izan daiteke, 20.000 m³/h-ko emariko ponpak instalatuta. Tunelean, beraz, atmosferan 20.000 eta 42.000 metro bitarteko altitudeetan dauden baldintzak egongo lirateke.

hutsa eragingo litzateke. Lebitazio magnetikozko trenetan azkenaldian saiakuntza garrantzitsuak egin dira Alemanian eta Japonian. Alemaniako trenari "Transrapid" edo "Magnetbahn" deitzen diote eta Emsland-eko bidean 450 km/h inguruko abiadura lortua du. 122 tonako tren astun honek gutxi gora-behera 200 bidaiari desplazatuko litzuzke. Japoniako MLU002 prototipoak 517 kilometro orduko abiadura lortu du Miyazaki-rako bidean. Dena den, bai alemanek eta bai japoniarrek, finantza aldetik zailtasunak dituzte. Osakatik Tokiorako trenbidea egiteko proiektua adibidez, geldirik dago.

Proiektu hauek guztiek, abiadura horietan aireak eskaintzen duen erresistentzia gainditu beharra dute. Horregatik Suitzako metroarentzat pentsatutako irtenbidea, oztopo den aire hori tuneletatik kentzea da.

Lausanako Eskola Politeknikoan egin den hiru urteko azterketa baten arabera, proiektua tekni-

Nolako tunelak?

Suitzako lurpearen egoera geologiaren aldetik zer-nolako den nahikoa ongi ezagutzen da. Izan ere, orain arte tunel eta galeria asko ireki da egin diren obratan. Autopistetan, trenbidetan eta beste zenbait obratan (Genevako CERN erakundearen lurpeko zatiki-azeleragailuan, adibidez), antzeko diametroko tunelak egin dira jadanik. "Swissmetro" honentzat linea bakoitzean bi tunel paralelo egin nahi dituzte (norantza bakoitzerako bat) bien artean 25 metro inguruko tartea utzita.

Tunel bakoitzak 5 metroko kanpo-diametroa eta 3,6 metroko barne-diametroa izango litzuzke (tren klasikoaren erdia gutxi gora-behera) eta 40-100 metro bitarteko sakoneran zulatuko litzateke. Tunel bat bi geltokiren artean itxi egin beharko balitz, trafikoa tunel paralelotik ibiliko litzateke. Geltokietan tunel batetik bere paralelora igarotzeko



Trenaren propulzioa eta esekidura

Airearen erresistentzia hutsaren bidez jaitsiarazita, trenak propulsiarako behar duen energia txikiagoa izango da eta ustiaketa-gastuak txikiagoak izango dira. Kalkuluen arabera, Swissmetroko trenak ohizko tren elektrikoak baino hiru aldiz energia gutxiago kontsumituko du.

Propulzioa, tunelean finko dauden motore linealen bidez egingo litzateke eta motore horiek goi-tentsioko saretik elikatuko lirateke. Trena balaztatzen arituko denean, motoreak dinamo bihurtuko dira eta balaztaketa-energiari esker korrante elektrikoa sortuko dute. Horrela dezerazioan energia zinetikoaren % 80 inguru berreskuratzen da.

Trena lurra baino 20 milimetro gorago egongo da esekidura magnetikoari esker. Lebitazio magnetikoak, hiru abantaila ditu: oso abiadura handian ere erraz gidatzen da trena, erreiak ez dira higatzen eta oso zarata txikia ateratzen da.

Propulzio-sisteman matxura izanez gero, esekiduran eraginik ez luke izango, elika-iturriak independenteak direlako. Dena den, kasurik okerreanean ere trena bere patinetan marruskaduraz mekanikoki pausatuko litzateke. Kasu horretan motore autonomo baten bidez ondoko geltokiraino edo larrialdietarako irtenbidera irten joango litzateke trena.

Neurri baterainoko hutsa duten tunelak direla eta, injineruek trenetako bagoi eta geltoki presurizatuak diseinatu dituzte. Berrehun metro luzeko trenak hegazkinak bezalaxe presurizatuko dira. Trenera 800 bidaiarik sartu eta irten

ahal izateko, geltokian tren osoa hartuko duen esklusa izango da.

Nolako geltokiak?

Swissmetroko geltokiek zailtasun berezi bat izango dute. Presio atmosferikoa izan behar dute, bertan bidaiariak ainerik gabeko hutsan ibiltzerik ez dutelako. Hutsako zonak geltokietatik bereizita egongo dira, beraz.

Swissmetroko geltokiak, CFF edo Suitzako trenbide federaletako geltokien azpian kokatuko lirateke eta bi alderdi edukiko litzukete. Batetik gainazaleko aretoa egongo

ibiliko lirateke, bakoitzak 100 pertsona eramateko ahalmena izanik.

Putzu hauen eta tunelen sakonera lekuan lekuko egoera geologikoaren arabera izango da.

Kostuak eta finantzaketa

Suitza osorako metro honen kostua handia izango da. Oraingo kalkularen arabera, 28.000 milioi franko suitzar baino gehiago kostatuko da, horietako hiru laurdenak lurpeko azpiegiturari dagozkio. Hala ere, proiektugileak itxaropentsu daude eta errentagarria izango dela diote.

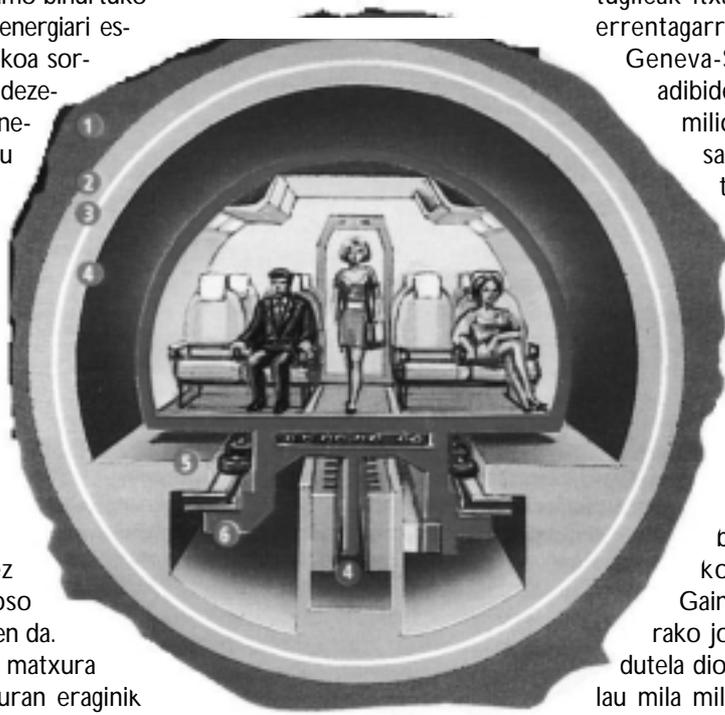
Geneva-Sankt Gallen linean, adibidez, 2004. urtean 500 milioi franko suitzarreko sarrerak espero dituzte.

Horrez gain metroaren aldeko arrazoi gehiago ere bada. Izan ere, geltokia alde batera utziz lineako kilometro bakoitza zuzaltzeko 32 milioi franko suitzar behar dira, eta Suitzan kilometro bat autopista egiteko kostua handiagoa da.

Gainera suitzarrek trenetarako joera berehala hartuko dutela diote eta 2010. urterako lau mila milioi bidaiari/kilometro garraiatzea espero dute. Ondorioz, Swissmetroak subentzio beharrik ez du izango.

Dena den, Swissmetroaren proiektu honek oraindik baditu landu beharreko puntu batzuk. Matxura edo istripua denean airea berehala sartu behar da tunelera eta trenetako 800 bidaiariak handik bizkor ateratzea ere ez da erraza izango, tunelean edo trenetan sabotaiak izaten bada, batez ere.

Tren-mota honek bere abantailak ere baditu ordea. Batetik errietatik irteteko beldurrik ez legoke eta bestetik sute beldurrik ere ez, airea faltako litzatekeelako.



Swissmetroko tunelaren eta trenaren ebakidura. Tunelak 3,6 metroko diametroa du. Trena 200 metro luze izango da eta 800 bidaiari hartuko ditu. Hamabost minututik behin izango da trena.

1. Haitza. 2. Dobelak. 3. Juntura. 4. Enkofratua. 5. Arranpa eta elementu ferromagnetikoak. 6. Trenaren elektroimanak.

litzateke eta hor egingo lirateke beste garraio publikoekiko konezioak. Bestetik trenera sartu eta irteteko lurrazpiko kaia legoke. Bi alderdi hauek lotuz gora eta behera bi pisoko zortzi igogailu

