

# MANTXAKO TUNELA BUKATZEAR

Jon Otaolaurretxi

**Uda honetan Frantzia eta Britainia Haundia Mantxako itsaspetik lotuko dituen tunel hirukoitza erabat zulatua egongo dela espero da. Itsasoaren maila baino 100 metro beherago eta itsas hondoaz 40 metro azpitik Coquelles eta Folkestone arteko 50 kilometroko trenbidea hemendik bi urtera martxan jarriko dute. Egutero 10.000 pertsona eramango dituzte trenek mutur batetik bestera 160 km/h-ko abiaduran.**

**E**LHUYAR aldizkarian lehen-dik ere Mantxako tunelaz artikulua argitaratu dira (ikus 1985.eko 11.2 aleko 167. or., 1986.eko 1. aleko 75. or., 1989.eko 29. aleko 62. or. eta 1991.eko 43. aleko 5. or.), baina aurtengo udan tunel hirukoitza erabat zulatzea espero denez, interesgarria deritzogu obra erraldoi honen xehetasun gehiago emateari.

Mantxako tuneleko trenbidea 1993.eko ekainean lanean hasten denean, Frantziatik Britainia Haundiarako txangoa, eta alderantziz, "lehorretik" egin ahal izango da. Abiadura Handiko Trenak, bere automobilentzako bagoi berezietan bidaiari, ibilgailu eta kargak hiru ordu ingurutan eramango ditu Parisetik Londreseraino, 160 km/h-ko abiadura lortuz.

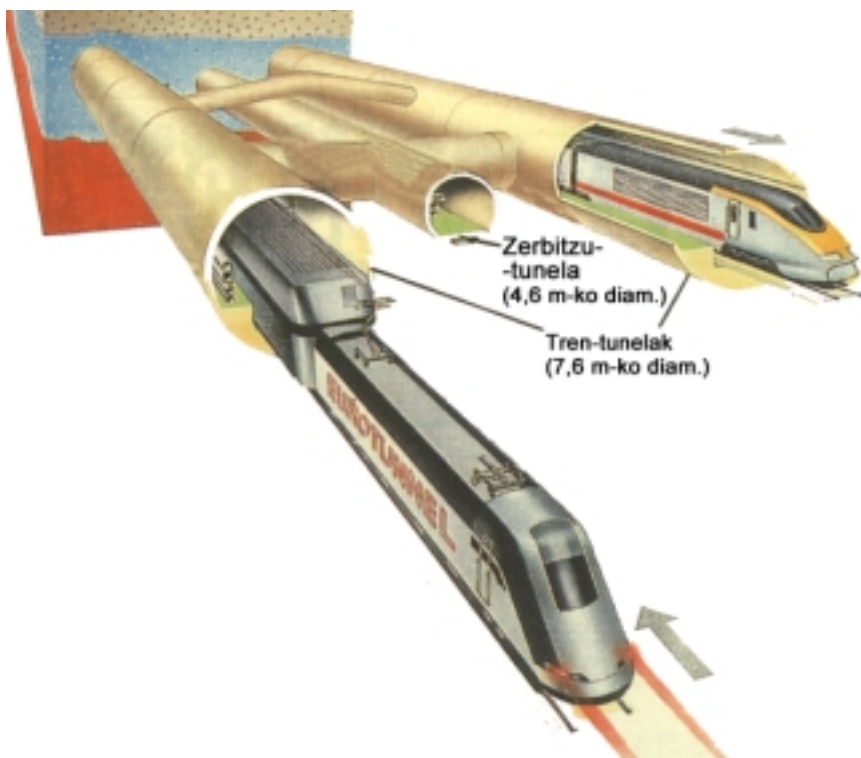
**Makina zulatzailearen gidariak kabinan. Lanak iraun duen bitartean lurpeko satorra kanpoarekin etengabe komunikaturik egon da.**

Mantxako Kanalaren azpiko trenbideak, hiru tunel paralelo ditu; 7,6 metro diametroko bi ertzetan (trenak bi horietatik joango dira) eta 4,6 metro diametroko txikiagoa erdian (mantenimendu, segurtasun eta abarretarako). Esan beharra dago erdiko tunel txikiak 375na metroko alboko beste biek in loturak dituela.

Matxurak gertatuko balira, erdiko tunel txikitik egingo lirateke konponketak, eta istripurik edo suterik balego, bidaiariak bertan egon beharko lukete laguntza heldu arte. Aireztapen-sarea ere, erdiko tunel honetatik gobernatuko da.

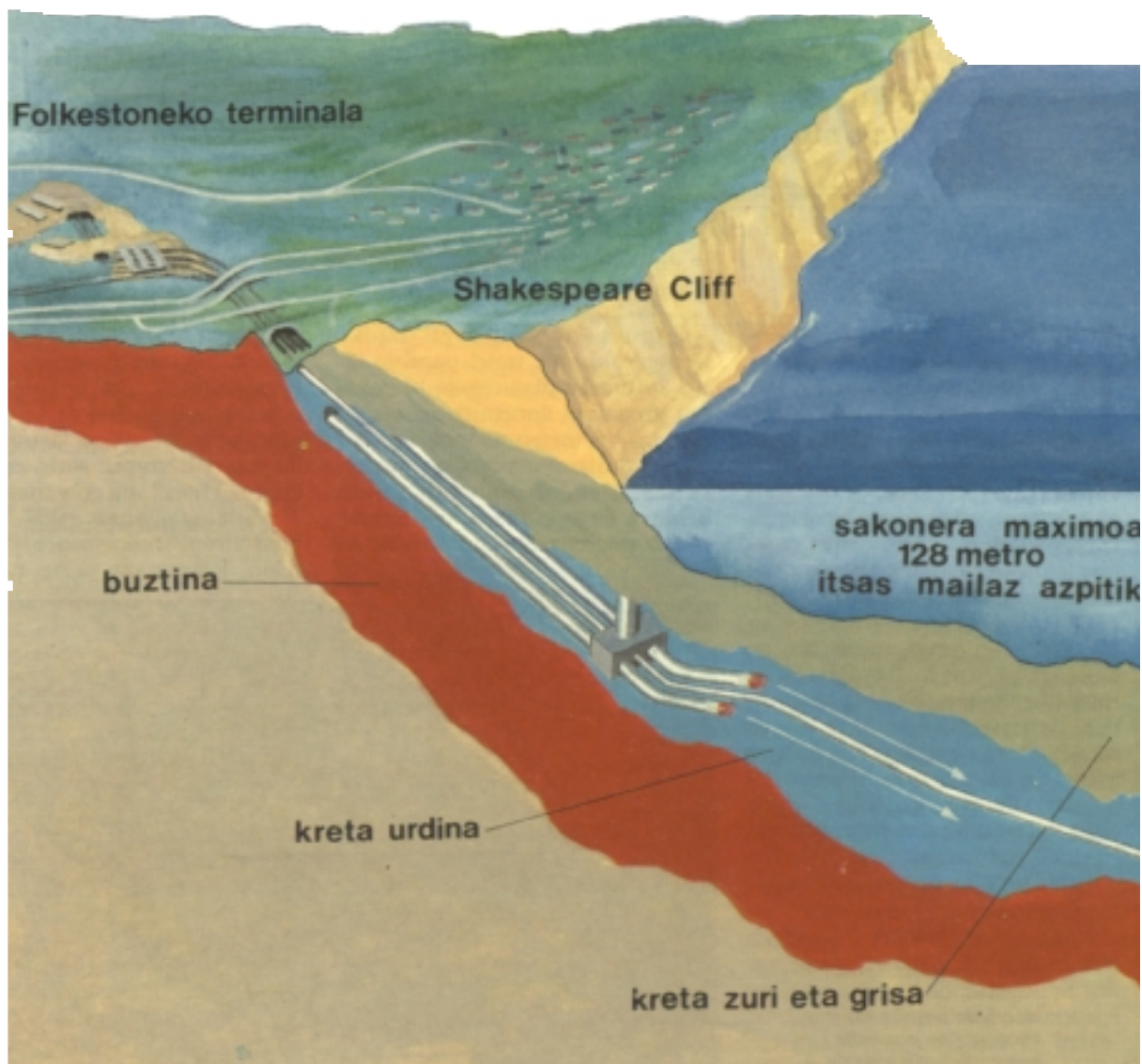
Zulaketa-lanak 1987. urtean hasi ziren Shakespeare Cliff herrian. Frantziako partean berriz,





Sangatte-n (Calais-etik 10 kilometrorra) ekin zioten zulatzeari, aurrez 57 metro diametro eta 65 metro sakonerako putzu handi bat egin ondoren. Puntu horretatik hasi ziren zulatzeke hiru makina erraldoi beste horrenbeste galeria paralelo irekitzen. Beste bi makinak berriz, Sangattetik Coquelles ondoko Beussingue-rainoko hiru bideak zulatu dituzte. Azken bi makina hauetako batek, erdiko tunel txikia egin du eta besteak Sangatte-Beussingue-rainoko trenbide-tunela. Gero, bueltaerdia eman eta Beussingue-tik Sangatteraino etorri da berriz hirugarren tunel paraleloa irekiz.

Gutzira frantsesek eta britainiarrek aldi berean hamaika makina erraldoi eduki dituzte zulaketan.



Makina frantsesak uretan lan egiteko diseinatu ziren. Izan ere Mantesko lurpeko kreta urdinean Frantzia aldetik faila edo pitzatu asko dago eta itsasoko ura bertara heltzeko arriskua ere bai.

Sangatteko putzuan, bestetik, zulaketan sortutako lohiak ponpatu egiten dira ondoko Fond-Pignon-en dagoen dekantazio-eremuraino.

Iazko abenduaren batean, erdiko tunela erabat irekita geratu zen britainiarrek eta frantsesek itsas hondoa baino 50 metro beherago topo egin zutenean. Aurrez, *Robin* izeneko makina zulatzaile britainiarra bere bidea alde batera utzi eta bazterrera joanda lurperaturik geratu zen. Ondoren, *Brigitte* izeneko makina frantziarrak zulatu zitu-

en bi alderdiak lotzeko azken metroak.

### Tunelak zulatzeko satorrak

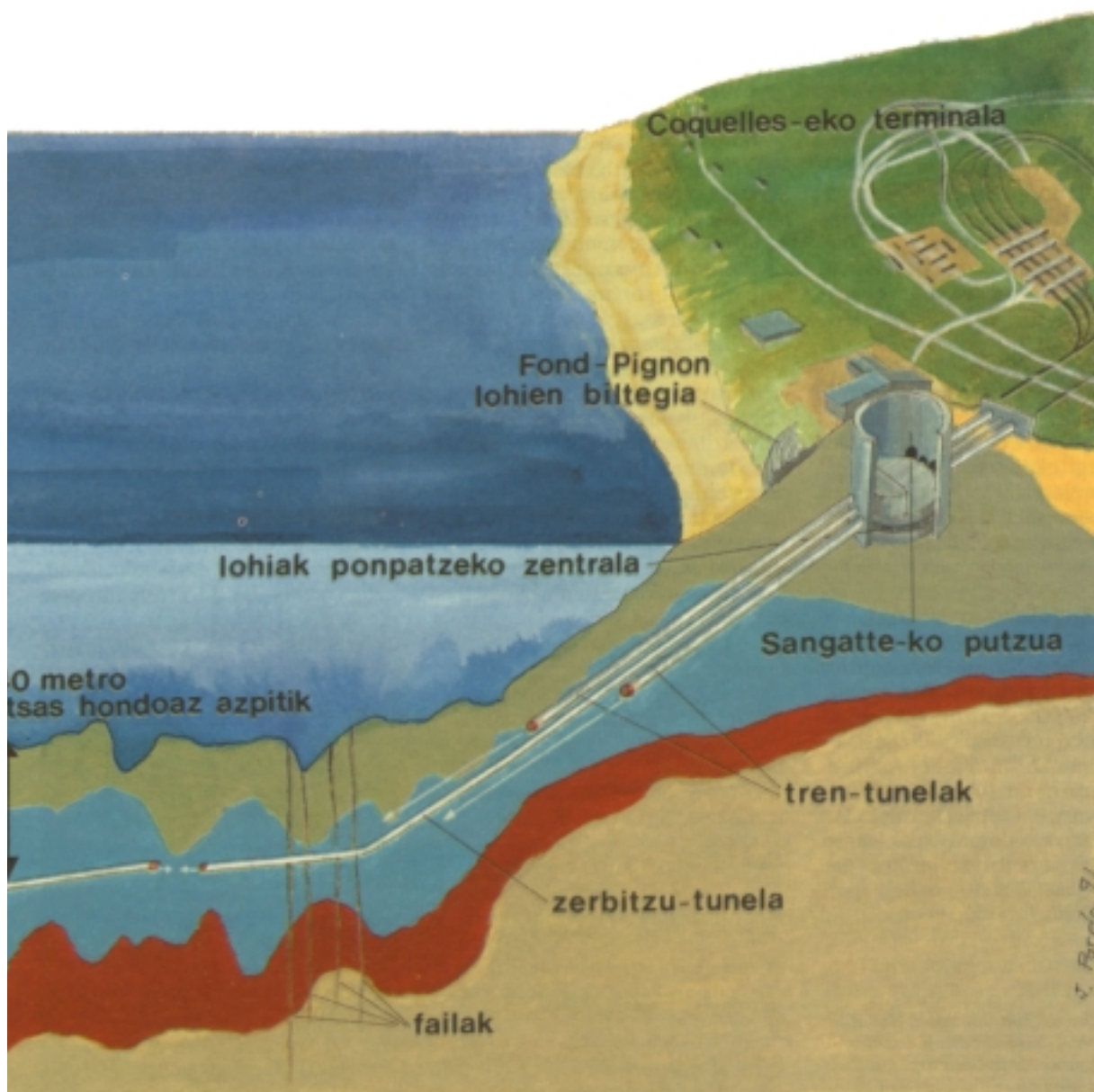
Galeriak irekitzeko makina ikaragarriak erabili dituzte. 150 kilometro tunel egiteko 11 makinari- no erabili dituzte, beren izenak zein baino zein politagoak izanik: *Virginie*, *Catherine*, *Séverine*, *Brigitte*, etab. Bakoitzak hileroko 500 metro zulatu ditu batezbeste, gau eta egun nahiz jai eta aste arituz.

Makina hauen pisua, 1.000 eta 2.500 tona bitartekoa da. Zizare luze baten antzekoak dira, puntan zilindro zulatzailea dutela. Trenek joan behar duten ertzetako tunele-

tan, makinaren zilindro zulatzaileak 12 metroko luzera eta 8,80 metroko diametroa ditu. Bere gorputz luzeak berriz, 250 metro.

Makina edo satorraren gorputz luzean daude zulaketa gobernatzeko behar diren agente eta mekanismo guztiak: hondakinak ateratzeko garraiatzaileak, hormigoizko dobelak bideratzeko gailuak, koipezta-pen- eta aireztapen-sistemak eta korrante elektrikoaren elikadura.

Frantziako alderditik zulatu duten hiru makinetak bakoitza, bapatean urpekuntzi bihurtzeko prestatuta egon da. 11 kg/cm<sup>2</sup>-ko presioa edo 6.000 tonako indar hidraulikoa jasan zezaketen, itsasoko urak pitzaduretatik barnera sartu balira. Britainiarren alderdiko ma-



kiniek ez dute horrela diseinatzeko premiarik izan, zeren eta Frantziako aldean ez bezala alde horretako kreta urdina homogenoa eta iragazkaitza bait da.

Frantzia aldeko makinek, ura aurkitutakoan makinaren buru zulatzailea guztiz hermetiko bihurtu dute ura eta makinaren gorputza erabat berezita utziz. Horrela zulaketa-abiadura motelagoa izan da, baina atzeko pertsonak eta materiala seguru mantendu dira.

Makina batek, *Pascalinek*, trena igarotzeko tunela Sangattetik Coquelleseraino zulatu ondoren, iazko abenduaren 18an bueltaerdia eman eta Coquellesetik Sangatteraino beste horrenbesteko galeria irekitzeari ekin zion. Makinaren buruak 800 tona pisatzen zituen eta osorik biratuko zuen garabirik ez zegoen. Burua zatitzerik ez zuten nahi ordea, eta bueltaerdia biratzeko airezko koltxoi batzuk ipini zizkioten azpian. 32 koltxoi puztu zituzten 3,5 kg/cm<sup>2</sup>-ko presioraino sei konpresoreren bitartez. Konpresoreek guztira, 140.000 litro/min-ko eman zituzten. Maniobra konplikatu zen berez, baina erraz burutu zen epoxi erretxinaz estalitako hormigoizko plataformaren gainean.

*Pascaline* baino lehen ordea, *Virginie* izenekoak erdiko zerbitzu-tunela Sangattetik Coquelleseraino zulatua zuen. Hamar hilabete behar izan zituen 3,2 kilometroko tunela egiteko, baina azkenean, iazko apirilaren 27an, bere mutur arantzatsua kanpoko argitan ikusi ahal izan zen.

### Hormigoizko eraztunak

Mantxako Kanalaren azpiko 150 kilometro tuneletan, hormigoizko 120.000 eraztun ipini dira. Zuloak kanpotik 32tik 40 zentimetro lodirainoko hormigoizko armatuzko eraztun handiz forratu egin dira. Eraztun bakoitza, sei dobelaz osatua dago eta dobelak bakoitzaren pisua 3,6tik 8 tonarainokoa da. Guztira beraz, 720.000 dobelak ipini dira tuneletan.

**Mantxapeko Abiadura Handiko Trena bereziki diseinatu da. Egunez izaten den argi-maila izango du.**

Sangatteko plantan, 221.000 dobelak egin dira eta horretarako 490.000 m<sup>3</sup> hormigoiz eta 35.000 tona altzairu erabili dira. (Altzairutan bakarrik Eiffel dorrean baino hiru aldiz gehiago.

Dobelaren armadura automatikoki soldatutako kaiola moduko bat da, zeina molde batera sartu eta hormigoiz betetzen bait zen. Sangatten bost fabrikazio-lerro aritu dira dobelagintzan etengabe.

Dobela bere moldean labe batera sartzen zen, horrela azkarrago lehortu eta gogor zitezten. Sistema horri esker, moldeak zortzi ordu barru kentzen zituzten. Moldea kendu ondoren, gainazalak eskuz erreparatuta 28 egunez edukitzen zituzten gogortasuna eta konpresio-erresistentzia irabaztearren. Hormigoizaren erresistentzia 55 MPa-ekoa zen; obretako hormigoiz arruntarena baino % 20 handiagoa, alegia.

Pieza bakoitza identifikatzeko, ezabatzen ez den tintaz markatu egin zituzten eta gero neoprenozko junturak ipini zizkioten. Perimetroan batez ere, gero tunel barruan baldintza txarretan ere ura sar ez dadin. Izan ere lurpeko failaren batetik ura sartuz gero, itsasoko ehun metro altuko ur-presioari eutsi beharko lioke.

Tunela trenarena ala zerbitzu-koa izatearen arabera edo kurbadur erradioaren arabera, 54 mota desberdineko dobelak ipini dituzte. Makinaren kontrol-paneletik agintzen zen leku bakoitzerako zein dobelak mota aukeratu. Tuneleko makina-gidariak Sangatteko zentru informatizatura bidaltzen zuen eskeia eta handik automatikoki bost

garabi automatikoren bidez parke-tik sei dobelak egoki hartu eta tuneleko bagonetan ezartzen ziren. 40 tonako karga, makina zulatzaileko beso batzuek ipintzen zuten azkenean hormetan, eraztun babeslea osatuz.

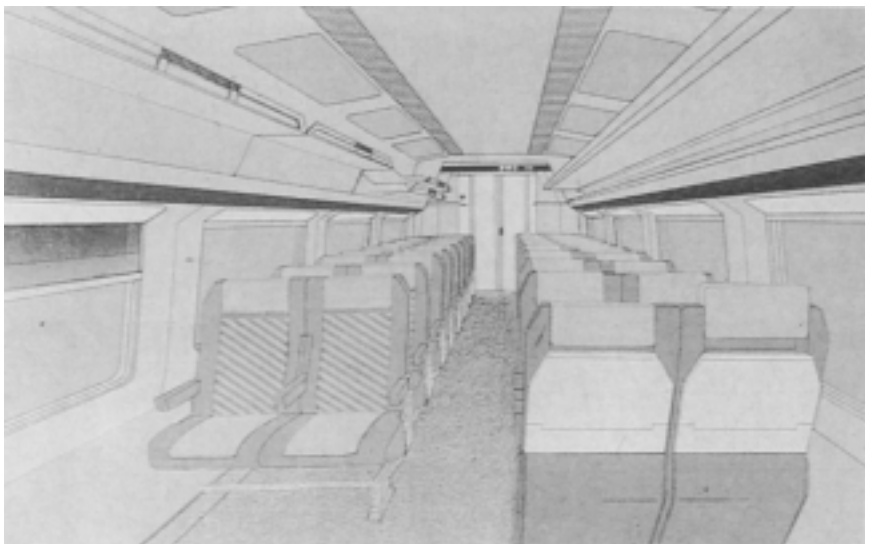
Sei piezak milimetrora doitu, beren lekuan lotu eta morteroa prezioz injektatu zaie horma eta eraztunaren tartera. Gero, makinak haitzean beste eraztun bat ipintzeko adina zulatzen zuen aurrera, eta horrela joan dira azkene-raino heldu arte.

Dobelen fabrikaziorako, fabrika autonomo sofistikatua muntatu zen. Egutero 400 edo 450 unitate fabrikatu ditu; hiru minutuero bat alegia. 26.000 metro karratuko plataforman kanpoan egin dituzte 28 egun, beren gogortasun-maila eta erresistentzia egokia lortu arte.

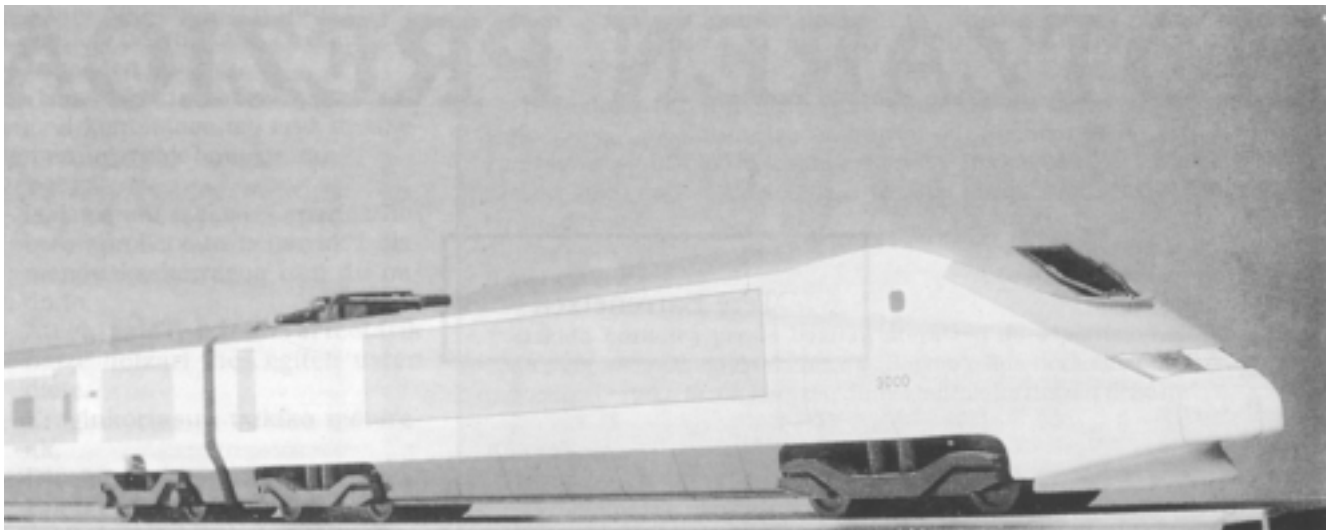
### Lohiei eta eskonbroei zer egin?

Zulaketarako eta harrotutako eskonbroak ateratzeko, makina bakoitzak 1.300 tonako materiala zuen eta 8.000 kWxh kontsumitu du. Obratik ehundaka metrora dagoen kostako Fond-Pignon izeneko lekuan pilatu dira tuneletik ateratutako lohiak. Horretarako, 13 kilometro luzeko eta 25 zentimetro diametroko tutua erabili da. Hondakinak malda batera bota dira, ertzean 28 metro altuko presa batek eutsi dituelarik. 1.100.000 m<sup>3</sup>-ko betelana egin da, aurrez materialak karez lehortuta.

Ohizko presak ez bezala, Fond-Pignonekoa ez da erabat iragaz-







**Hona hemen segurtasun-arau britainiarren arabera diseinaturiko Mantxapeko Abiadura Handiko Trenaren maketa.**

kaitza. Lohiak datozkion aldetik eta lodiera handi samarrean hondarrezko drenajea du. Inguruetan ez dago behar zen granulometriako hondarrik eta Belgikako itsasotik ekarri behar izan zen. Drenatu ondoren, lohietako ura berriz tunele-  
ra eramaten da han harrotutako eskonbroak busti eta kanpora errazago ateratzeko. Lanak amaitu ondoren, hiru milioi metro kubiko lohi Fond-Pignoneko presan pilatuta geratuko dira eta dekantatu ondoren paisajea integratzeko lanei ekingo zaie.

Fond-Pignon tuneleko hondakinak gordetzeko biltegi ikaragarria da. Hiru makina zulatzaileak batera ari direla, orduko hiru metro aurreratzen direla kalkulatu zen, eta horrek 625 m<sup>3</sup>/h eskonbro ateratzen zirela esan nahi du. Eskonbro horiek tratatzeko zentrua, Sanga-  
tteko putzu bertikalean egon da 50 metroko sakoneran. Han eskonbroak busti eta diluitu egin dira (% 50eraino gutxi gorabehera), gero ponpen bidez eroso maneiatu ahal izateko.

Teknologiarik aurreratuena tunelak zulatzeko erabili bada ere, aire librean egindako lanak ez dira makalak izan. 700 hektareako azalera prestatu da Coquelleseko terminalean (Folkestonekoa baino hiru aldiz handiagoa da). Munduan gaur egungo obra nagusia da injinerutza zibilaren alorrean eta 10 milioi metro kubiko lur eta eskon-

bro harrotu eta desplazatu dituzte ehundaka eskabadora, kamioi, buldozer eta abarrek.

### Trenen diseinua

Zenbait bidaiarik trena lurpean doalako klaustrofobia sentitzen du. Beraz, 1993.eko ekainaren 15ean inauguratu nahi den lineako trenen diseinatzaileek xehetasun asko hartu dituzte kontutan egunero hamar mila bidaiari eroso joan daitezen.

Hiru motako bagoiak ibiliko dira Mantxako itsaspean: merkantzi-entzakoak, automobil eta bidaiari-entzakoak eta Abiadura Handiko Trenarenak. Guztira bi tuneletan egunean 400 tren ibiliko direla kalkulatu da, trafikorik handieneko garaian.

Bidaiari-entzako bagoiak, hegazkinak bezalaxe, guztiz presurizatuak izango dira eta tunelean doazenean ateak edo leihoak ez dira irekiko. Ibilgailuak bagoi berezitan joango dira eta bertan bidaiariak (automobil barruan alegia).

Kalkuluen arabera erdiek automobilik gabe Abiadura Handiko Trenean zeharkatuko dute Britainia Haundia kontinentetik bereizten duen itsasoa. Londresetik Parisera hiru ordu baino zerbait gehixeago iraungo du bidaiak eta horietatik hogeit hamar minutu bereizten dena den, bidaiariren bat beldur-  
rak eta estutasunak jotzeko arriskua dago. Horregatik, tunelaren eragin psikologikoak ez ditu alde batera utzi Mantxapeko Abiadura Handiko Trenaren bagoiak diseinatu dituen Roger Tallon adituak.

Lurpeko hogeit hamar minutu horietan dena den, bidaiariren bat beldur-  
rak eta estutasunak jotzeko arriskua dago. Horregatik, tunelaren eragin psikologikoak ez ditu alde batera utzi Mantxapeko Abiadura Handiko Trenaren bagoiak diseinatu dituen Roger Tallon adituak.

Klaustrofobiari dagokionez, Mantxako tunelean ibiltzea edo hirietako metroan ibiltzea berdina da. Izan ere metroan hogeit hamar minutuko bidaia noiznahi egiten da edozein hiriburutan. Roger Tallon-en eritziz ordea, zerbaitek hegazkinen izaten den estutasunarekin lotzen du. Badirudi funtsean zerua txorientzat eta lurpea satorrentzat bakarrik dela sentitzen duela zenbaitek eta arau hori hausteagatik zigorren bat etorriko zaiola.

Guzti hori kontutan hartuta, bagoiak presurizatu eta aire girotuz hornituko dira. Kanpotik isolatu egingo dira, baina horretaz gain trena tunelera sartu dela adierazten duten seinale fisikoei ere aurre egingo zaie. Lehenbizi, argi-maila jaitsi egiten delako argiztapena indartu egingo da. Sabaiko lanpaz gain leiho bakoitzaren gainean zerrenda argitsu bat ipiniko da. Ez da igarriko argia kanpotik ala barnetik datorren. Leiho gaineko argi hauek, trena tuneletik kanpo dagoenean ere piztuta joango dira tunelera sartzen denean aldaketaz jendea kontura ez dadin.

Bagoi barnean erabiliko diren koloreei ere garrantzi handia eman zaie. Tonu epelak, gris pikardatuak eta eguzki-kolorea aukeratu dituzte. Berdea kolore egokia da alemanentzat, baina britainiarrek ez dute hain ongi onartzen eta ez da ahaztu behar bidaiariren bi herenak britainiarrak izango direla.

Trena kanpotik, zuria eta urdin iluna izango da. Murrerak ordea, horia izango du segurtasun-arau britainiarrek horretara behartzen dutelako; irlako behe-lainoan tren-makina ikusteko egokia bait da.