

Altuagoak, luzeagoak, handiagoak... miresgarriagoak

Álvarez Busca, Lucía

Elhuyar Zientziaren Komunikazioa

Antzinako zazpi mirariak eraikitzea garai hartako ingeniartzaren erronka nagusietako bat izan zen. Orduz geroztik, aurrera egin du ingeniartzak, eta baita proiektu eta erronkek ere, noski. Gaur egun, asko dira ingeniartzak modernoak lortu dituen eraikuntza miresgarriak, eta asko dira ingeniartzaren mirariei buruzko zerrendak.

Web Urbanist web guneak arkitektura eta ingeniartzaren

mirarien zerrendak egiten ditu; horietako bat da Ingeniaritza Modernoaren Zazpi Mirarien zerrenda. Artikulu honetan, zazpi mirari horien xehetasunak argituko ditugu. Guztiek dute errekorren bat; edo, besterik ez bada, duten asmamenagatik, eraikuntza edo egitura miragarritzat hartzen dira. Hona hemen ingeniartzaren lan altuenak, luzeenak, handienak... miresgarrienak.

Langed gas-hodia: urpeko gas-hodi luzeena

Gasaren bidaia, Norvegiatik Britainia Handira

Langed gas-hoditik iristen da Erresuma Batuko gas-eskaeraren % 20; gas hori guztia Norvegiatik Britainia Handiraino, Easingtoneraino, eramaten du Langed gas-hodiak. 1.166 km egiten ditu



Ipar Itsasoko uren azpitik, itsas hondo zail bati aurre eginda. Han lan egin zuten ingeniariak zero azpiko tenperaturei eta itsaso zakarrari egin behar izan zieten aurre. Gas-hodia instalatu ahal izateko, ohi baino tenperatura baxuagoetan eta sakonera handiagoetan lan egin behar izan zuten.

Gas-hodiak erosio handia jasaten duten guneak zeharkatzen ditu. Arrazoi horregatik, zenbait tokitan, erosioaren kontra babestu behar izan da gas-hodia. Gainera, gas-hodi horrek izan zuen erronka nagusietako bat Easingtongo labarrak izan



ziren: 20-25 metro inguru dituzte, eta erosio handia jasaten dute. Horregatik, hain zuzen ere, babestutako gunea dira, eta gas-hodiak ezin dira edozein modutara

eraiki. Horri aurre egiteko, itsas hondoa dragatu, eta hodia kurbadun mikrotunel batetik bideratu zuten; kostaldetik 15 kilometrora du irteera.

MOSE proiektua: uholdeetatik babesteko proiekturik handi eta zabalena

Veneziako urmaelaren atek

Venezia hondoratzen ari da. Buztin-lurraren gainean eraikia dago, eta, horren ondorioz, pixkanaka hondoratzen ari dira Veneziako eraikinak. Gainera, itsasoak gora egiten duenean hiria urak hartzen du, eta ur gaziak arazo larriak eragiten ditu eraikinen zimenduetan.

Azken urtean, hilabetean bitan hartu du urak Venezia, eta mediterraneoko uren mailak gora egingo duela aurreikusi dute adituek.

Horregatik, hiria itsasoaren gorakadetatik babesteko duen sistema bat eraikitzen ari dira: Veneziako urmaelari atek jarriko dizkiote.

Hogei metro luze diren eta bost metroko diametroa duten ontzi metaliko batzuk egiten ari dira Veneziako urmaelak dituen irteeretan. Ontzi horiek urpean geratzen dira, itsas hondoari lotuta. Arrisku gabeko egoeran, ontzi horiek urez beteta egongo dira, hormigoizko oinarri batzuetan sartuta. Ohiz



kanpoko marea bat etortzen bada, berriz, bomba baten bidez airea sartuko da ontzietan, eta ura kanporatu. Ontziak, pisua galtzean, gora egingo du, muturra uretatik aterako da, eta harresi moduan erabili ahal izango da.

Kasu honetan ere sortu dira proiektuaren aurkako iritzirik. Izan ere, Mediterraneo itsasoaren igoera-abiaduraren aurreikuspenak kontuan hartuta, urtean lau hilabetez harresiek itxita egon beharko dutela uste dute, eta horrek urmaeleko urak gerarazi egingo dituela. Gainera, aurreikuspen horien arabera, 2100. urterako harresi horiek ez dira nahikoa izango Venezia babesteko.



Millauko biaduktua: munduko zubirik altuena

Frantzian bada Eiffel dorrea baino eraikin altuagorik

2.460 metro luze eta 32 metro zabal —49 igerileku olimpiko bata bestearen atzetik—. 85.000 m³ hormigoiz eta 36.000 tona altzairu. Erraldoi hau zutik jartzeko, 400 milioi euro inbertitu dituzte. Zubiarri eusten dioten zapzi zutabeetako luzeenak 245 metro ditu —munduko hormigoizko zutaberik altuena da—. Horri zubiaren plataformaren altuera eta goialdeko zutoinen 87 metroak gehituta lortzen du Millauko biaduktua bere errekorra: 343 metroko altuera —Eiffel dorreak baino 19 metro gehiago—. Altuera horrekin, munduko zubirik garaiena da.

Tarn-eko harana (Frantzia) zeharkatzen du zubi erraldoi eta lirain horrek, A75 autobideari bide emanaz. Millau herria du bere oinetan, eta horri zor dio izena. Hiru urte behar izan ziren hormigoiz eta altzairuz egindako zubia eraikitzeko, teknika aurreratuena erabilita —GPSa, laserra, materialentzako geruza bereziak, bere kabuz gora egiten duen enkofratua...—. Gainera, duen altuerarengatik, zubiaren plataformaren zatiak batzeko teknika berezi bat erabili zuten. Behin zutabeak bukatuta, altuera berdineko hainbat garabi ipini zituzten.

Zubiaren ertzetako batean zubia osorik muntatu zuten, lurrian. Ondoren, ertzetik, zutabe eta garabien gainetik arrastaka eraman zuten haranaren beste alderaino. Horrela osatu zuten zubia.



EIFFAGE CEVM/FOSTER & PARTNERS/D. JAMME

EIFFAGE CEVM/FOSTER & PARTNERS/D. JAMME

Hiru Zintzurren Presa: presa hidroelektriko handiena



CHRISTOPH FILNKÖBL/©ESKUBIDE BATZUK ERRESERBATUTA



RICHARD CHAMBERS

**182 metroko altuera,
426 milioi m³ ur,
30 milioi m³ hormigo**

Aurreikusitakoaren arabera, 2009an bukatuko dute presa izugarri hori. 32 turbina izango ditu, urtean 100 terawatt ordu sortuko dituztenak. Txinaren energia-eskaeraren % 10 aterako da presa horretatik.

Hala eta guztiz ere, oso proiektu eztabaidatua izan da. Izan ere, presa eraikita, 19 hiri eta 300 herri baino gehiago ur azpian geratuko dira —guztira 630 km²-ko lur-eremua—, bi milioi biztanle desplazatu dira, izugarritzko inpaktu ekologikoa eragingo du, eta Paleolitoko, Neolitoko eta Ming eta King dinastietako hainbat altxor galduko dira.

Gainera, adituen usteen, akatsak daude diseinuan, eta horrek funtzionamenduan arazoak sortuko dituela aurreikusi dute. Esaterako, ibaiak presara izugarritzko hondakin-piloa garraiatuko duela diote, eta horrek turbinen funtzionamendua galaraziko duela. Hortaz, presaren etekina eta bizitza murriztuko dira. Horrez gain, presan eraibili dituzten teknikak zaharkituak daudela salatu dute adituek, eta neurri horretako presa batek lehertzean eragin dezakeen hondamendiaz ohartarazi dute.

Big Dig: AEBren historiako eraikuntza-proiektu handiena eta garestiena

Zeharkatu Boston lur azpitik

Irudikatu Boston hiria. 230 km²-ko azalera —lau aldiz Donostia— eta 600.000 biztanle. Orain, pentsatu hiria lur azpiko 14 milioi m³ lur zulatu behar dituzula —Durangoren azalera metro bateko altueraz estaltzeko adina—, gainazalean ahalik eta oztopo gutxien eraginda. Eta hori, dagoeneko hiria azpitik zeharkatzen duten metro, trenbide eta bestelako azpiegiturei kalterik egin gabe. Gainera, gehitu proiektuari aireporturainoko beste tunel bat, Charles ibaia zeharkatzeko zubi

bat eta autobide zaharrak utziko zuten hutsunean gunek berdeak eraikitzea. Garbi dago zergatik den handia eta garestia, ezta?

Proiektuak aurrera egin ahala, ezohiko ingeniartzat-erronkak agertu ziren, eta, beraz, ezohiko metodoekin konpondu behar izan zituzten. Adibidez, hormigoizko paretak *slurry wall* izeneko teknikaren bidez eraiki zituzten. Teknika hori gauzatzeko, lurpeko harriraino iristen den zanga bat irekitzen da, eta, ondoren, hormigoiz



ARNOLD REINHOLD/©ESKUBIDE BATZUK ERRESERBATUTA



R. SCHWITZKE

betetzen da. Hormigoia sikatzean, pisuari eusten dion pareta eraikitzen da. Pareta horiek gainazaletik zihoan autobidearen zimenduen azpitik egin ziren; hala, autobidearen pisu guztiaren euskarria izango ziren.

Arazo berdintsua sortu zen beste puntu batean, tunel berria tren-geltokiaren azpitik pasatzen delako. Kasu horretan, katu berezi bat garatu zuten, geltokiaren pisu

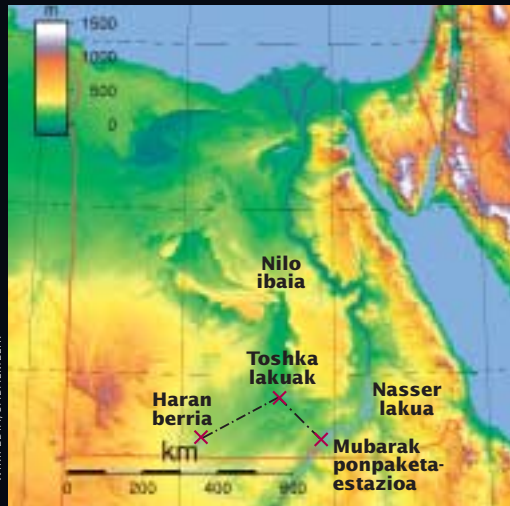
Toshka proiektua: basamortuko 200 hektareako lur-eremua erein daitekeen lur bilakatuko dute

Nilo ibaiaren arroa munduko zibilizazio handienetarikoen baten sorrerak izan zen. Baina Egipton, ibaiaren arroetik haratago, desertu izugarria zabaltzen da. Edo zabal-

tzan zela esan behar da? Izan ere, mende-hasieran inauguratu zen Toshka izena daraman proiektua; asmo handiko proiektua, inondik ere: basamortua

erein daitekeen lur bihurtu duen proiektua. Nasser eta Toshka lakuen artean ura garraiatzen duen 320 km-ko kanala eraiki dute. Garraioa iragazpen-arazoak saihesteko, zementu, harea, hormigoi eta polimerozko geruzak ditu kanalak. Gainera, ura ponpatzeko Mubarak estazioa eraiki da, egunean 25 milioi m³ ur ponpatzen dituena.

Kanal horretatik beste hainbat kanal txikiago atarako dira; guztira, 200 hektarea bilakatuko dira ereiteko lur. Lehen esperimentera araberak, lur-eremu berri horiek emankorrak dira, eta dagoeneko jaso dituzte kotoia, pepinoak, tomateak, sandiak, platanoak,



WIKIPEDIA/SADALMELIK

NASA

mahatsa eta garia. Proiektu horrekin, 2020. urterako hiru milioi lanpostu berri sortuko dira, eta Egiptoko landa-lurra % 10 handituko da.

Bailong: kanpoan eraikitako igogailurik altuena eta astunena

Bertigoa sentitzen baduzu, ez igo horra

Zhangjiajien, Txinako Hunan probintzian, dagoen igogailu honek 304 metroko altuera du. Irudian ikusten dena igogailu osoaren bi herenak dira, beste herena harkaitzaren baretik igarotzen baita. Duen altuera ikaragarria gutxi ez eta, igogailua beirazkoa da, eta irudi paregabeak ikusteko aukera ematen du. Bi minutuko bidaia egiten du oinetik goraino, 50 pertsona eraman ditzake bidaia bakoitzeko, eta egunean 18.000 pertsona garraiatu ditzake. Guztira, hiru Guinness marka hautsi ditu: kanpoan eraikitako

igogailurik altuena da, bi kapsuladun igogailu turistiko altuena, eta bidaiariak eramaten dituen igogailu azkarrena eta garraio-gaitasun handiena duena.

Ingeniaritzaren mirari bat den arren, luzera ingurumenean izan dezakeen inpaktuak kezkatzen ditu asko, duen ikusizko inpaktuarengatik, baina baita turistek eragin dezaketen kaltearengatik ere. Hainbat erakundek, Natural Protection Faculty of Zhangjiajie Environmental Protection Bureauk, adibidez, igogailua itxi eta desmuntatzeko eskatu dute behin eta berriro, eta, denbora batez itxita egon bazen ere, gaur egun martxan jarraitzen du, tokiko gobernuen interesengatik.



R. KIDAGHI



Laranjaz ageri dena da Big Dig azpiegitura berria.

guztiari eutsi, eta lurpean lan egitea ahalbidetu zuena. Gainera, lurra izozteko teknikak erabili zituzten, lana errazago eta seguruago egin ahal izateko, izoztuta-koan lurra egonkorragoa bihurtzen baita.

Gaur egun, 8-10 lerroko autobide-sarea dago Boston hiriaren azpian, trafiko-arazoak asko murriztu dira, eta guztira 14.000 milioi dolar inbertitu dituzte proiektu horretan.

D. HILLBRECHT/©ESKUBIDE BATZUK ERRESERBATUTA