

T EKNOLOGIA

Zezenketak direla eta ez direla, Donostiako zezen-plaza eraikitze lanak polemikaz jantzita agertu dira; ez, ordea, eraikitze-lanen egokitasunagatik edo desegokitasunagatik, baizik eta zezen-plaza eraikitzeak Donostiara zezenketak itzuli direla esan nahi duelako. Zezenketen eztabaida alde batera, Ilunben eraiki duten zezen-plaza berez da deigarria, eguzki beroenarekin zein edozein euri zaparradarekin erabili ahal izango baita. Ireki eta itxi egiten den teilatua izatearen abantailak. Eta hori da hain zuzen zezen-plazan atentzioa ematen duen elementua: teilatua.

Ilunbeko zezen-plaza

EGITURA ESPAZIAL MUGIKORRA

Ilunbeko zezen-plazako teilatua Donostiako Lanik enpresak egin du, egitura espazialean espezializatutako enpresak. Egitura espazialei buruz hitz egiten denean, torlojoen bidez esfera batzuetara lotzen diren tutu-barretan oinarritutako egiturez hitz egiten da. Obrara eraman baino lehen egiturak guztiz bukatuta egoten dira —margotze-lana barne— oso elementu sinpleekin egiten baitira. Obrara pakete batean iristen dira, barrak, esferak eta torlojoak; obran bata besteare-

kin lotzea besterik ez da egiten, muntaia-lana. Nolabait esateko, mekanoa egitea bezalakoa litzateke, baina askoz ere dimentsio handiagotan. Egitura espazial horien ezaugarriak nabarmenena honako hau da: oinarrian elementu sinple-sinpleak daude —barrak eta bolak—, baina elkartuta egitura izugarri konplexuak osa daitezke, dimentsio handikoak eta forma konplexukoak. Ezaugarri horiek dituztenez, egitura espazialak jeneralean eraikin handietan erabiltzen dira: kiroldegietan, hangareetan...

Ortz sistema

Egitura espazialen oinarria Ortz izeneko sistema da, Juan Martinez Apeztegia —Donostiako zezen-plaza eraikitze lanetako injinieruak— eta Inazio Odriozola injinieruek patentatutakoa. Ortz egitura-sistemak barraren eta bolaren lotura era oso berezian egitea ahalbidetzen du, horrela egin ezean zutik nekez egongo liratekeen egiturak lortzen direlarik. Bolak zulo hariztatuak ditu, bertan sartu behar den barraren norabidearen arabera eginda-koak. Tutu erako barren muturre-



LANIK



tan ardatz-zuloko zorro konikoak daude soldatuta, gero bereziki horretarako diseinatu diren torlojoak hartuko dituzten zorroak alegia. Torlojoak bi noranzkotan lotzeko aukera eskaintzen dute, horrela bertan eragindakoan alde batetik bola torlojoarekin lotzen da; bestetik, torlojoa barrarekin ere lotzen da. Sistema horri esker, tutu-erako barra muntatzean edo desmuntatzean ez dago bolaren posizioa aldatu beharrik, nahiz eta egituran behin betirako jarrita egon. Horrela, egitura eraikitzeko prozesua oso bizkor

burutu daiteke eta kaltetutako barra aldatzea ere ez da zaila izaten.

Informatika egitura espazialen zerbitzura

Egitura espazialekin egiten diren eraikinen lehen urratsa diseinua da. Lehen urrats horretan, CADeko sistema propioaren bidez, Lanik-en hainbat aukera geometriko garatzen dira, egitea pentsatzen den egiturarako tipologia egokia definitu artean, bakoitzari dagokion eredu matematikoa esleituz. Gero egituraren

azterketa egiten da, kargaren hipotesi desberdinak jarri ondoren egiturako zati guztien profilen banaketa erabaki arte. Geroko fasean prozesu informatikoa osatzen da, egitura espaziala osatzen duten barren eta bolen ezaugarri geometriko eta metalurgiko zehatzekin.

Diseina daitezkeen egiturak oso desberdinak izan arren, piezen diseinuan ez da oinarritzko aldaketarik egiten; bolaren, barraren, eta torlojoen tamaina alda daiteke, jasan behar duten kargaren arabera.

TEKNOLOGIA

Egitura espazialen zati batzuk ekoizle espezializatuen bidez jasotzen dira, hala nola barra, zorro konikoak, torlojoak, eta bolak. Gainerakoa Lanik enpresan egiten da: zorro konikoak mekanizatzea, barren ertzak muntatzea, barrak ebakitzea, barrak eta zorro konikoak soldatzea, barrak labeko polimerizazio bidez margotzea, boletako zulo hariztatuak egitea, boletako gainazalak presatzea eta margotzea, eta piezak obrara bidaltzeko sailkatzea. Lehen esan bezala, aipatutako produkzio-sistemaren oinarria erabat informatikoa da, agindu guztiak ordenadore bidez bidaltzen baitzaizkie produkzio-prozesuan parte hartzen duten makinei. Lan horietarako guztietarako Lanik-ek egitura espazialak egiteko lantegia dauka Asteasun. CAM garapen-sistemari esker, Asteasun bat egiten dute diseinu- eta produkzio-prozesuek. Bolak mekanizatzeke, barrak ebakitzeko eta soldadura gauzatzeko, doitasun handiko zenbakizko kontroleko makinak erabiltzen dira; lehen aipatutako sistema informatikoaren aginduak jasotzen dituzten makinak, hain zuzen ere. Azkenik, muntaia-fasea, Lanik-ek ere bere gain hartzen duena, eta

gainerako faseetan bezala, ordenadoretik ateratako aginduetan oinarritzen dena.

Ikusten denez, fabrikazio-prozesua erabat informatizatuta dago, guztiz automatizatuta. Ezaugarri hori kontuan hartuta, egitura espazialen dibertsitatea ikaragarria izan daiteke, antz handia duten



LANIK

Donostiako zezen-plazan egitura espazial mugikorrak lortu dira, ezaugarri bereziak izan ditzakeen egitura espazialei mugimendua ere erantsiz... proiektu horretan ikerketa eta garapen-arloak mekanikarekin bat egin du.

elementuekin oso egitura desberdinak osa baitaitezke. Duela hamarren bat urte nekez egin ahal izango litzatekeen horrelako egiturarik, ez baitzegoen diseinu-prozesuaren eta fabrikazio-prozesuaren artean lotura egin zezakeen zubi informatikorik. Diseinua egiten zen lehenik, fabrikazio-prozesua garatu behar zutenek planoak hartu eta makinari parametroak eman behar zizkieten. Gaur egun hori guztia automatizatuta dago, eta langileak pieza jarri eta kendu besterik ez du egin behar. Gainerakoa makinak berak egiten du, aginduak bide informatikotik iristen baitzaizkie, diseinu-fasetik abiatuta.

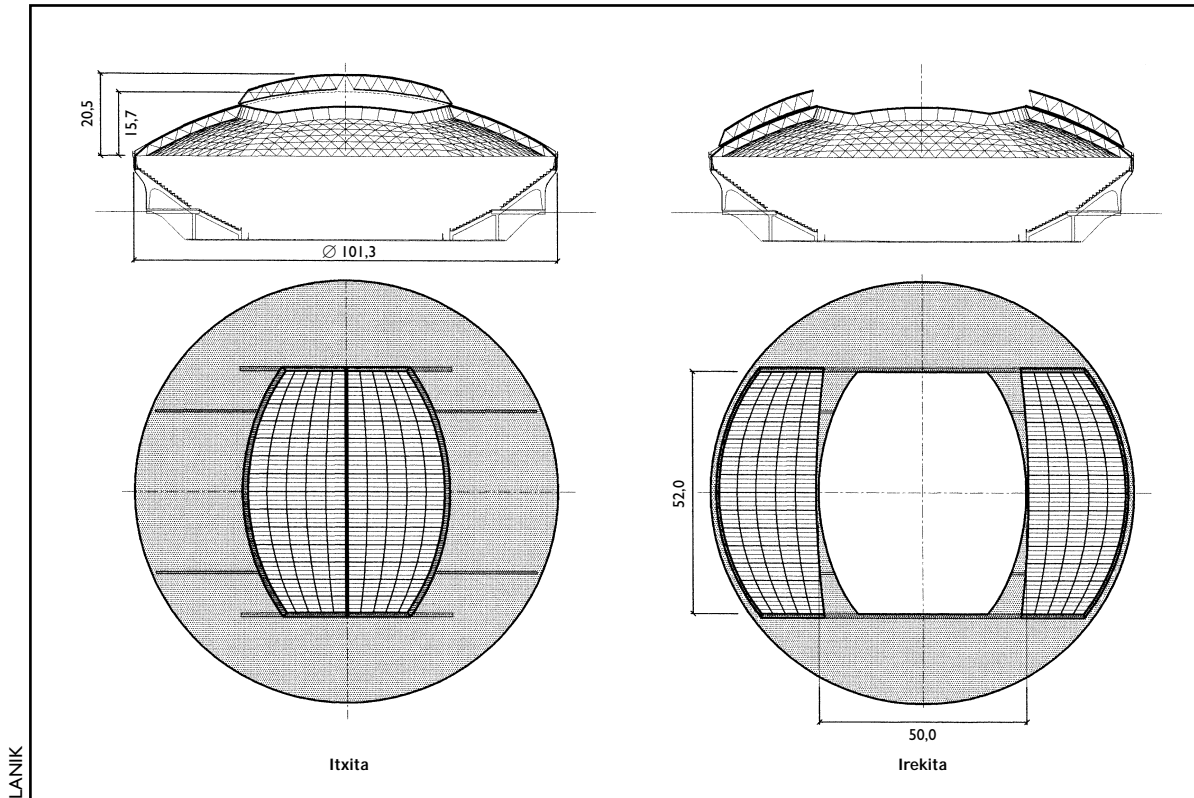
Donostiako zezen-plaza

Egitura espazialen ibilbidean Donostiako Ilunbeko zezen-plazak beste urrats bat ematea ahalbidetu du. Azken urte hauetan egitura espazialean aurrerapen handia egin da: egitura gero eta konplexuagoak, gero eta handiagoak, gero eta lehiakorragoak, originaltasuna bilatzen duen mundu honetan... eta Donostiako zezen-plazan egitura espazial mugikorrak lortu dira, ezaugarri bereziak izan ditzaketan egitura espazialei mugimendua ere erantsiz.

HAINBAT DATU BITXI

- ✓ Zezen-plazako teilatuak 100 metrotik gorako diametroa du, zutaberik erabili gabe estaltzen direnak.
- ✓ Goiko atearak irekita daudenean, alde batetik 50 metroko zuloa geratzen da, bestetik 52koa.
- ✓ Ate bakoitzak 60 tonako pisua du.
- ✓ Itxitakoan ate bat bestearen gainera joaten da. Nekez sortuko da itoginik.
- ✓ Ateetako materiala zeharrargia da; alegia, argitasuna sar daiteke, baina-eguzki izpiak ez. Alderantziz gertatuko balitz negutegi-efektua eragingo litzateke, eta barrualdeko tenperatura asko igoko litzateke.
- ✓ Egituran pieza desberdin asko dago. Horregatik ordenadore bidez bakarrik diseina daitezke: 6.000 barra daude, 1.500 motakoak; bolak, berriz, 1.500, 350 motakoak.
- ✓ Teilatuak berak, oso-osorik, gutxi gorabehera 600 tona ditu, eta guztira 1.500 tonako karga jasan dezake.

ILUNBEKO ZEZEN-PLAZA. EGITURA ESPAZIAL MUGIKORRA



Donostiako zezen-plazako sistemaren planoak.

Juan Martinezek Ilunbeko proiektuan parte hartu izanak eman dio zezen-plazari berritzaile izaera. Izan ere, proiektu horretan ikerketa eta garapen-arloak mekanikarekin bat egin du; hau da, Juan Martinezek bere lan-esperientzian jorratu dituen bi arloak. Hori industrian nahasketa arraro samarra da: alde batetik egiturak, elementu finkoak; bestetik mekanismoak, elementu mugikorak. Ez bata eta ez bestea ez dira punta-puntako teknologiak, Euskal Herrian ondo hedatuak daude, baina biek bat egitea —teknologiaren ikuspegitik ikusita— berrikuntza izan da, —eraikuntza aldeetik, berriz— erronka.

Lanik-en zezen-plazarekiko egin beharra, beste hainbat kasutan bezala, proiektua baino askoz ere lehenago hasi zen. 1995ean zezen-plazaren promotoreek eta arkitektoek Lanik-era jo zuten, zezen-plaza estaliko zuten eta itxi eta

Ikusten denez, fabrikazio-prozesua erabat informatizatuta dago, guztiz automatizatuta.

Ezaugarri hori kontuan hartuta, egitura espazialen dibertsitatea ikaragarria izan daiteke, antz handia duten elementuekin oso egitura desberdinak osa baitaitezke. Dua hamarren bat urte nekez egin ahal izango litzatekeen horrelako egiturarik, ez baitzegoen diseinu-prozesuaren eta fabrikazio-prozesuaren artean lotura egin zezakeen zubi informatikorik.

ireki egingo zen teilatuari buruzko ideien baten bila. Teilatuak, nahitaez, ixtekoa eta irekitzekoa izan behar zuten, zezenketetan erabiltzeaz gain, zezen-plaza beste ikuskizun batzuetarako baliagarri izan zedin. Jakina, errentagarritasun ekonomikoaren gorabeherak, hemen euri asko egiten baitu. Abiatzeko ideia hori zen soilik, beste mugarik gabe: teilatuak ixtekoa eta irekitzekoa behar zuten.

Irtenbidea "betazal" izeneko sistemaren bidez iritsi zen. Aspaldi

samarretik Juan Martinezen buruan jira-biraka ari zen sistema hau. "Betazal" izenaren jatorria argi dago, Ilunbeko zezen-plaza jarri den teilatuaren sistemak betazalek begiak estaltzeko egiten duten mugimenduaren oso antzera jokatzen baitu. Kasu honetan betazal-sistema zezen-plazari jarri bazaio ere, jeneralean oinarri zirkularreko edozein egituratan erabilgarria gerta daiteke, nahiz eta beste era bateko egituretan ere jar daitekeen. Sistema bi ideia nagusitan oinarritzen da:

TEKNOLOGIA

- 1) Irekidurak zentratua izan behar du, ikuskizuna eraikinaren erdialdean garatzen baita.
- 2) Irekidura itxi edo ireki behar duten elementu mugikorrek, mugituta ezkatatu egin behar dira egituraren zati finkoaren gainean; jakina, hori guztia eraikinaren perimetrotik kanpora atera gabe.

Bestalde, obra merkeago atera zedin, ahalik eta elementu mugikor gutxien sartzea aurreikusten zen. Irtenbidea itxitura bi zatitan egitetik iritsi zen, elipse erdi itxurako bi elementu edo ate jarritz. Horietako bakoitza lau puntutan oinarritzen da, errailen gainetan aurrera eta atzera joan daitezzen. Atzealdeko bi errailek karga bertikala baino ez dute jasan behar; aurrealdekoek, kargari eusteaz gain, trakzioaren ardura dute.

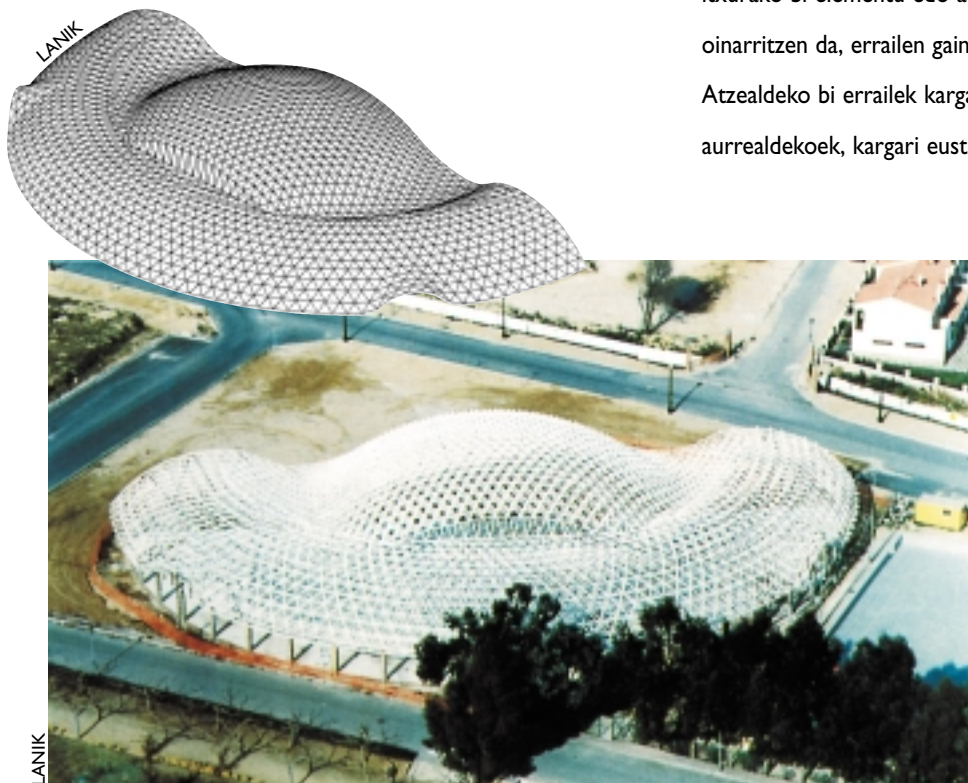
Mekanismoari makurdura handia eman zitzaion eta guztia egitura esferikoan sartu; ondorioz, egitura mugikorra gora eta behera ibil daiteke. Mugimendua lortzeko erabiltzen den sistema Larrun mendiaren gainera igotzen den trenaren antzekoa litzateke: pinoi-kremailera sistema. Bertan, zortzi moto-reduktore daude jarrita, aldi berean zortzi pinoiri eragiten dietenak, eta instalazio elektronikoa, aginduak irrati-seinaleen bidez eta ordenadoreak bidalita jasotzen dituena. Ilunbeko zezen-plazako egituraren gora eta behera ibili behar duen pieza horietako bakoitzak 60 tonako pisua duenez, mekanismoak garestiak dira, potentzia handia behar baita horrelako masa mugitu ahal izateko. Baina egiturari makurdura emateak abantaila nabarmena ere badu, aipatutako

kargak jasan behar dituen egitura finkoa kupula erakoaenez, mugimenduak egituraren formari jarraitzeko joera hartzen duelako. Horri esker, egiturak berak arinagoak dira, eta makurduraren ustezko garestitasuna merke bihurtzen du mugimenduaren arintasunak.

Etorkizuneko sistema?

Ilunbeko zezen-plaza guztiz berria da. Beraz, aurrez edozein proiektu diseina zitekeen bertan ezarri ahal izateko. Aukeratu dena —bistanenez— guztiz berritzailea izan da, egitura espazial ikaragarriari mugimendua atxiki baitio. Hala ere, kezka sortzen da. Eraikin zaharretan egiterik ba al dago? Juan Martinez injineruaren ustez, ez legoke arazorik sistema hau eraikin zaharretan ere ezarri ahal izateko, batez ere —bere hitze-

Obra merkeago atera zedin, ahalik eta elementu mugikor gutxien sartzea aurreikusten zen. Irtenbidea itxitura bi zatitan egitetik iritsi zen, elipse erdi itxurako bi elementu edo ate jarritz. Horietako bakoitzak lau puntutan oinarritzen da, errailen gainetan aurrera eta atzera joan daitezzen. Atzealdeko bi errailek karga bertikala baino ez dute jasan behar; aurrealdekoek, kargari eusteaz gain, trakzioaren ardura dute.



Lanik enpresak Barzelonako Palafolls-en egin duen kiroldegia. Duda barik egitura espazialen bidez eraiki daitezkeen adibide argienetariko bat da.



tan—bi arrazoigatik. "Egitura honen pisua —zer-nolako espazioa estaltzen ari den kontuan hartuta— oso txikia da, egitura espazialak berez arinak baitira. Ohiko materialak erabili izan bagenitu, askoz ere pisu handiagoa izango luke. Bestetik, kargen-banaketa espazio osoan homogeenoa samarra da. Berdina ez, baina bai oso antzekoa; hau da, pisua ondo banatuta dago, batez ere kupula-forma eman zaiolako. Gure egituren ezaugarriak kontuan hartuta, argi dago eraikin zaharren gainean jartzeko modukoak ere badirela; behar bada aurrez sendotu egin beharko dira eraikin zahar horiek, baina obra handirik egin gabe".

Donostian ezezik, Leganeseko zezen-plazan ere egitura espazialtan oinarritutako teilatua jarri zaio zezen-plazari —beste enpresa batek, ez Lanik-ek—, euria da-



LANIK

torrean ikusleen erdiak estalditzakeena. Ohitura hedatzen bada, urte dexenterako lana izan dezakete egitura-espazialekin lanean ari diren enpresek, zezen-

-plazetan ez ezik, horrelakoak beste era bateko eraikinetan ere gero eta gehiago ikusten baitira.

* Elhuyar

Juan Martinez Apeztegia, obrako injinerua

Nahiz eta bere bizitzaren zatirik garrantzitsuen Donostian egin, Juan Martinez Apeztegia nafarra da, Elizondon jaioa. Peritajea eta Injinerutza Industrialeko ikasketak ere, Donostian egin zituen. Injinerutza mekanikoko doktoretza, berriz, Nafarroako Unibertsitatean burutu zuen, 1972. urtean.

Injinerutza bukatu eta berehala hasi zen lanean enpresatan, eta aldi berean CEIT teknologia zentroarekin elkarlanean hasi zen, makina-erremintaren arloan ikerkuntza eginez. Geroago egituren arloa sartu zen, "Rodriguez y Bergara" enpresan, ikerkuntza- eta garapen-gaietan lan eginez ere. Enpresa horretan lau urte egin zituen, egituren arloa ezagutzeko aukera bikaina izan zuen; hala ere, aldi berean, mekanikaren eta makinaren arloarekin zuen harremanari eutsi egin zion. Bere azken 20 urteak egitura-espazialen arloan iragan ditu, bera hasi zen sasoi hartan berritzaile zen arloan alegia.



B. Kortabarría