

UPORABA VULKANSKE ZEMLJE Z OTOKA SANTORINA ZA POMORSKE GRADNJE NA VZHODNEM IN SEVERNEM JADRANU V ČASU AVSTRIJSKE OBLASTI (Iz Državnega arhiva v Trstu)

Bruno VOLPI LISJAK
IT-34134 Trieste, Via Commerciale, 178/1

IZVLEČEK

Raziskovalno delo, ki temelji na arhivskih dokumentih, prikazuje uporabo vulkanske zemlje trahitskega tufa z otoka Santorina. Služila je kot vezivo pri podvodnih gradnjah v prejšnjih stoletjih, pred začetkom uporabe portlandskega cementa, podobno kot "pozzolana" v času rimskega cesarstva. Obdelane so podrobno tehnične značilnosti santorina, njegova komercialna in prevozna problematika ter dolgoročna avstrijska strategija pri gradnji pomorskih objektov na Jadranu.

Glavne besede: vodogradnje, vulkanski tuf, santorin, pucolanski cement

Otok Santorin (5,79 km², 7100 prebivalcev) v Kikladih v Egejskem morju je sredi drugega tisočletja pred n.š. zaradi silnega vulkanskega izbruha in potresa menjal svojo prvotno obliko, saj ga je več kot pol izginito pod morjem. Takrat je zatonila tudi zelo razvita civilizacija, ki je bila tu prisotna že v četrtem tisočletju pred n.š., kot pričajo arheološke najdbe v mestu Akrotiriju.

Lahko bi rekli, da je od prvotnega otoka ostal le vzhodni del velikega vulkanskega žrela, ki ga je napolnilo morje, saj ima zaliv, kjer sedaj pristajajo neštete turistične ladje, polkrožno obliko. Glavno mesto otoka Thera ali Santorine leži na robu 300 m visokih skalnih sten na zahodni obali. Okoli osrednjega otoka je raztresenih več otočkov, med katerimi sta najbolj znana Kamenai in Therasia.

Prav na tem majem otoku so nahajališča odlične vulkanske zemlje, ki so stoletja zalagala pomorske dežele z materialom za gradnjo pristanišč, in to ne samo v Sredozemlju, temveč celo v severni Evropi. Kot se da razbrati iz različnih dokumentov (certifikatov), ki so vedno spremljali pošiljke, so vulkansko zemljo kopali tudi v nahajališčih Akrotiri, Thira, Epanomeria in Gromen.

SPLOŠNE LASTNOSTI

Zemlja vulkanskega izvora, o kateri je govor, se v

vsakdanjem jeziku imenuje SANTORIN, v italijanščini "terra vulcanica di Santorino", v nemščini "Santorinerde" in v hrvaščini "vulkanska zemlja santorin", v popačenkah vzdolž dalmatinske obale pa še "santonin", "sautolin", "sauturin", "santorin" in "santorinska zemlja". V dokumentih iz 19. stol. najdemo tudi poimenovanja "porcelan" in "pozzolana", ki pa nista povsem pravični.

Santorin spada med vulkanske trahitske tufe, splošno imenovane "pozzolane" (lat. pulvis puteolana, po kraju Pozzuoli blizu Neaplja), ki imajo posebno lastnost, da se, pomešani z apnom, strjujejo tudi pod vodo. Zato so jih že v antičnih časih uporabljali pri gradnji pomočlov, kot nam pričajo Plinij, Katon, Strabon idr. Nanje naležimo na mnogih vulkanskih področjih. Zelo znani so t.i. "trasi" v Porenju (dolini Brohl in Nette), ki pa jih morajo za uporabo mleti, medtem ko je potrebno santorin, pozzolano in druge tufe iz okolice Rima za ta namen samo presejati skozi gostejšo mrežo.

Tufi so nastali med eksplozivnimi vulkanskimi izbruhi, med katerimi so se majhni delci lave v zraku ob izhlapevanju pare in plinov naglo ohladili ter tako dobili povečini steklasto porozno strukturo.

Po kemični sestavi santorin kaže naslednjo povprečno sliko: SiO₂ 40-60%, Al₂O₃ 13-30%, Fe₂O₃ 4-25%, CaO 2-12%, MgO 1-4%, Na₂ in K₂O 4-8%; v manjših odstotkih pa vsebuje še druge sestavine ali prvine. Spe-

cifična teža dobrega santorina ali pozzolane niha od 0,95 do 1,25. Če ga vzamemo na dlan, je podoben drobnemu pesku, ki med prsti beži, tudi če je moker; če ga stisnemo, v pesti škripa ali kovinsko hrsti in ne aglomerira. Njegova barva je lahko različna, toda vedno blizu zelenkasto rumene. Če ga pomešamo z vodo in razravnamo po platnu ali papirju, se ne razmaže in ne pušča sedimentov.

Če ga pomešamo z apnom, se strdi; a ta proces je bolj zapleten kot pri cementu in ni še popolnoma razjasnjen. Njegova lastnost, da se sprime v odličen podvodni aglomerat, ni odvisna samo od kemičnega sestava, ampak tudi od fizičnega stanja.

Vsekakor je osnovni vzrok za njegovo strjevanje v nastajanju silikatov in aluminatov kislinske narave (pridobijo zelo nizek pH) ter v adsorpciji apna, kjer aktivno sodeluje amorfnost steklasta tvorba, ki sestavlja želatino (nem. Quellung). V reakciji med apnom in silikati se začne zelo pomembna ionska izmenjava med posameznimi elementi. Delovanje apna in omenjeni pojavi trajajo zelo dolgo, še posebej pod vodo; proces se nenehno razvija, tako da sistem postane stabilen šele po mnogih letih, ko se dobršen del apna izloči iz aglomerata in v njem ostanejo samo trdno sprijeti in otrdeli silikati, ki so praktično kemično in fizično neuničljivi. To nam potrjujejo tudi arheološke raziskave, pri katerih so ugotovili, da so rimske podvodne gradnje, ki sedaj vsebujejo le malo apna, še odlično ohranjene in trdne.

Dolgoletni poskusi, ki jih je izvajal tehnični oddelek avstrijske Pomorske uprave na vzorcih betona, izdelanih iz 6 (volumenskih) delov santorina, 2 delov gašenega apna in enega dela peska, so dali naslednje rezultate o odpornosti, ki dokazujejo počasno stabilizacijo aglomerata pod vodo:

po 4 mesecih	18 kg/cm ²
po 1 letu	29 kg/cm ²
po 2 letih	34 kg/cm ²
po 4 letih	55 kg/cm ²
po 13 letih	90 kg/cm ²

UPORABA SANTORINA

Ko je leta 1797 Beneška republika propadla in je po mirovni pogodbi v Campoformiu Avstrija dobila vzhodno-jadransko obalo, se je znašla pred zanjo novo in nelahko nalogo upravljanja in vzdrževanja tamkajšnjih velikih trgovskih luk in nešteto manjših pristanov. Razen v Trstu ni imela nikjer dovolj lastnih izkušenih strokovnjakov za pomorska dela in niti organizacije za tako obširno nalogo. Vsi objekti so začeli počasi propadati zaradi dotrajanosti in neviht, kot je pač naravno vedno in povsod. Popravila so bila prepuščena lokalnim oblastem brez posebnega centralnega nadzora in načrtov. Tako stanje je trajalo še dolgo po francoski okupaciji (1805-1815). Sprva je bila največja skrb Avstrije name-

njena razvoju pomorskega trgovskega prometa skozi pomembnejša vzhodno-jadranska pristanišča, in prav v zvezi s tem so nastali in se ohranili dokumenti, ki pričajo o prvi uporabi santorina v Avstriji, in sicer leta 1840 na Reki in v Trstu. Postopno so dela s santorinom stekla povsod in je njegova uporaba vse bolj naraščala.

Prava prelomnica je bilo leto 1850, ko je bila na podlagi cesarjeve resolucije z dekretom ministrstva za trgovino, industrijo in javna dela 26.4.1850 ustanovljena OSREDNJA POMORSKA UPRAVA - CENTRAL SEEBEHOERDE - GOVERNO CENTRALE MARITTIMO, ki je začela delovati v Trstu 1. maja 1850.

Odgovorna je bila za vse pomorske zadeve trgovske mornarice, kot so pooblastila, patenti in pravila o plovi, potrdila za ladje, ladjedelstvo, gradnja pristanišč, kaznovanje prekrškov, izdajanje spričeval pomorščakov, usposabljanje kapitanov, strojnikov in pomorščakov, skrb za njihovo zaščito, organizacija lusk in zdravstvenih uradov, odpiranje in kontrola pomorskih konzulatov, izdajanje pomorskih zakonov in njihovo izvajanje, zbiranje statističnih podatkov in organizacija ter ureditev morskega ribolova itd.

Pomorska uprava, ki bi jo danes lahko primerjali z ministrstvom za pomorstvo, je zelo uspešno delovala do 8.2.1923, torej še pod Italijo. Njen zapuščen arhiv je bil leta 1964 na srečo v celoti rešen in urejen; sedaj ga hrani tržaški Državni arhiv. V njem najdemo podatke za popolno in detajlno sliko vsega, kar je bilo takrat povezano z morjem. Avstrijskemu sistemu administracije in tedanjim vesnim uradnikom se lahko zahvalimo, da imamo danes na voljo poleg vsega drugega tudi dokaj popolne podatke o pomenu uporabe santorina za pristaniška in podvodna dela.

Ker so bile Pomorski upravi poverjene gradnje in popravila vseh pomorskih objektov, je bil v njenem sklopu ustanovljen poseben tehnični oddelek, ki je moral skrbeti za te naloge. Ta se je v kratkem razvil do take popolnosti, da je obvladal in koordiniral vsa tovrstna dela od Albanije do Gradeža in postavil temelje široko razvejene organizaciji, ki je, gledano z današnjega vidika, delovala tako dobro in uspešno, da se nobena kasnejša pomorska uprava ne bi mogla primerjati z njo.

Predpisani gradbeni postopek je bil enostaven in elastičen. Za kakršnokoli delo, ki je bilo spoznano za koristno ali nujno, je lúska kapitanija, občina ali privatnik lahko naslovil ustrezno prošnjo na Pomorsko upravo v katerem koli jeziku, t.j. v hrvaščini, nemščini, italijanščini ali slovenščini. Po pregledu in presoji, ali je delo zares potrebno, so prošnjo ugodno rešili, in tehnični urad je izdelal točen načrt za delo, celo za manjša popravila, z ustreznim opisom in seznamom potrebnega materiala. Na osnovi tega je bil sestavljen predračun za sredstva, in Pomorska uprava je odobrila ustrezno vsoto denarja iz državnega letnega proračuna. Delo je nato šlo na uradno razpisan natečaj (dražbo) s predračunsko ceno in je bilo dodeljeno podjetniku, ki je ponudil najnižjo ceno.

CERTIFICATO	ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟΝ
No 367.	Αριθ. 367.
I Sotto scritte Fratelli Cutzoupanopoli pro-	Οι υποφαινόμενοι αδελφοί Κουτσοπανω-
prietari delle Cave di terra vulcanica di San-	τοχάι ιδιοκτήται των Όρυχείων Θερραϊκής
torino dichiarano sotto il vincolo della nostra pa-	γης εν Θέρρα όρυχόμεναι επί λόγῳ τιμῆς δια-
triale d' avere da vor venduto e consegnato al Si-	τιμολόγησαν καὶ παραδόσαντες εἰς τὸν κύριον
gnor <i>Markos S. Liras</i> Capitano	<i>Markos S. Liras</i> Πυλοταρχον
del naviglio <i>sema</i> Komotata	τοῦ ἐνδ' αὐτοῦ ἐνθρυπτανιμῶντος ἡμε-
<i>Athos</i> con bandiera	τέρας ὀνόματι <i>Athos</i>
<i>Ottomana</i>	ἀριθ. (234.) τόνους Θερραϊκῆς Γῆς
No (234.) tonnellate di terra Santorina	πρωϊστῆς ποιότητος διπλοσκινοισμένην
di primissima qualità doppiamente crivellata	καὶ καθαρὰν ἀπὸ λίθων καὶ ἀλεφρολίθων
e scorra di pietre e pietra pomice grossa deri-	χονόβους προερχομένην ἐκ τῶν βιοκτεῶν
vanti delle cave della nostra proprietà situa-	όρυχέων μας κατεμένων ἐν τῇ νήσῳ Θέρρα νι-
nella località nuove cave Fratelli Cutzoupano-	αν όρυχέων ἀδελφῶν Κουτσοπανωποῦλων.
poli appartenente all' isola di Thira.	Πρὸς πιστοσίαν τῆς ἀληθείας δίδεται τὸ
In fede di che rilascio il presente al sopra-	παρὸν εἰς τὸν ἀνωθεν ἀναγεγράφον πλο-
detto Capitano per valersene ova aspetta.	τήσαν ἑν τῇ χρονομέτρῳ ἡμεῶν δεῖ.
Santorino li 14 Maggio 1914	Ἐν Θέρρα τῇ 14 Μαΐου 1914
I Proprietari	Οἱ Ἰδιοκτήται
<i>Fratelli Cutzoupanopoli</i>	<i>Adelfi Koutzoupanopoulou</i>
No 9	
Vista dall' I. e R. Agenzia Consolare di Santorino colla dichiarazione essere autografa la so-	
prescritta Firma del Signor <i>Fratelli Cutzoupanopoli</i> perennalmente	
conosciuto coll' aggiunta che certifica vera e come esposta la indicata provenienza della porcellana	
derivante dalla località di nuove cave Fratelli Cutzoupanopoli appartenente all' isola di Thira	
qualità primissima doppiamente crivellata e scorra di pietre e pietra pomice grossa	
SANTORINO li 14 Maggio 1914	
I. e R. Agenzia Consolare	

Potrdilo (certifikat), izdano 14. maja 1914, s katerim avstrijski konzularni urad na otoku Santorinu potrjuje, da je bilo vkrcanih 234 ton prvovrstnega santorina iz nahajališča Thira na turški skuner Athos pod poveljstvom kapitana Markosa Lirasa.

Certificato del 14 maggio 1914 con il quale l'Agenzia Consolare di Santorino conferma che sono state consegnate al signor Markos Liras, dello Schooner Athos, 234 tonnellate di santorino di primissima qualità.

Tvrdka ali podjetnik, ki je bil izbran, je moral pristati na zelo stroge pogoje, med katerimi so bili tudi visoki penali, če delo ni bilo končano v določenem roku, in vsaj enoletna garancija, po izteku katere je šele dobil dokončno placilo.

Dela so izvajali vedno pod nadzorom vestnega funkcionarja, ki je pisal dnevnik, v katerem je navajal vse podatke o uporabljeni delovni sili po kategorijah, o čolnih, splavih, žerjavih in drugih delovnih sredstvih,

vgrajenih materialih idr.

Že v prvih letih delovanja je Pomorska uprava spoznala pomen santorina pri gradnjah, saj so ga začeli uporabljati pri vseh objektih na celotni obali, od gradenj v tržaški luki do majhnega popravila pomola v Budvi. Zaradi tega je izdelala posebna pravila in postopke za kontrolo kvalitete, nabave, skladiščenja in v izjemnih primerih prodaje santorina ter navodila za pripravo betona ali malte za gradnje pod vodo. Sprva so namreč

nekateri podjetniki in zidarji mešali santorin z apnom in peskom v nepravilnih razmerjih in niso dosegali zaželenih kvalitete.

Postopno je Pomorska uprava zaradi trajne oskrbe trga in gospodarnosti praktično prevzela monopol nad santorinom na vsem avstrijskem ozemlju.

DOBAVA SANTORINA

Pomorska uprava je v začetku kupovala santorin prek kakavega pomorskega agenta, s tem da je naročila tovarno jadrnico za dostavo tovora direktno na večja gradbišča. S časom se je izkazalo, da je to drago in tudi nepraktično, ker so dela istočasno potekala na različnih mestih po vsej obali in otokih, tako da je bilo večkrat potrebno santorin preтоварjati in prevažati tja, kjer so ga trenutno potrebovali. Tudi kontrola kvalitete je bila pri tem problematična.

Verjetno je po zgledu drugih pomorskih držav, ki so že kupovale in uporabljale santorin in so zato imele svoje konzularne urade na otoku Santorinu za izdajanje dokumentov o količini in kakovosti vkrcanega santorina, tudi Avstrija odprla tak konzularni urad. Ta je imel nalogo kontrolirati, iz katerega nahajališča je pošiljka santorina, ter izdati ustrezen dokument ladijskemu kapitanu, brez katerega kupec tovora ni prevzel. Podatki namreč pričajo tudi o tem, da je do leta 1865 take listine za avstrijske tovore izdajal vicekonzulat Nizozemske, ki je imel sedež na otoku Santorinu.

Avstrijski konzularni urad je pripravil formular v italijanščini in grščini, na katerem je navedel ime lastnika nahajališča, ime kapitana tovarne ladje, njeno ime in tip, zastavo, pod katero je plula, mesto izkopavanja in količino vkrcanega santorina ter izjavo prodajalca pod prisego, da je bil dvakrat presejan, da je prve kvalitete ter da ni v njem debelejšega kamenja in plovca (it. pomice). Ta dokument, potrjen z žigom in podpisom konzularnega agenta, je bil po vkrcanju tovora pred izplutjem izročen kapitanu, ki ga je moral ob prihodu ladje na cilj pred izkrcavanjem tovora izročiti funkcionarju, odgovornemu za količino in kakovost prevzetega blaga.

Arhivski dokumenti pričajo, da tovor ni bil vedno v skladu z izvirnimi potrdili, kot so pričakovali. Verjetno nekateri grški kapitani in uradniki niso ravnali tako, kot je zahtevala pomorska etika. Zaradi tega je bila Pomorska uprava prisiljena izdati posebna in zelo stroga merila za nakup, prevzem in kontrolo kakovosti santorina. Med drugim tudi uveljavljeni način plačevanja na tono tovora ni bil primeren, ker je santorin zaradi neviht, dežja, puščanja dna ladje in celo zaradi namernega polivanja z vodo mnogokrat vseboval večjo količino vlage in je zato kupec plačeval tudi vodo. Poleg tega je prihajalo do razlik med dobavljenimi količinami santorina, ki so ga stehali, ter predračuni in načrti, ker so pri njihovi izdelavi uporabljali prostorninske mere, to je kubične klaftre in kasneje kubične metre. Zaradi tega so

kot prvi ukrep ob izkrcavanju tovora uvedli merjenje v vedrih. Kasneje so vedra nadomestili s hektolitri. Norme za nakup in prevzem santorina ob izkrcavanju so tako postopno izpopolnjevali. Zadnje, zajete v 13 točkah, je Pomorska uprava v Trstu izdala 11. januarja 1912. Njihova vsebina je bila v kratkem naslednja:

1) Kupljeni santorin mora biti pridobljen samo v nahajališčih Thira ali Terasia in tako droben, da gre skozi 15-milimetrsko mrežo. Maksimalna dovoljena količina plovca je 10%.

2) Količina plovca se določi tako, da pomešamo 3 hl santorina z 1 hl vode in odstranimo ves plovec, ki splava na površje; nato izmerimo volumen preostalega santorina. Ta postopek je treba med izkrcavanjem večkrat ponoviti, da se dobi srednja odstotna vrednost. Mrežo za presevanje in posode za merjenje daje Pomorski urad.

3) Ponujena cena velja za en hl že izmerjenega santorina na palubi.

4) Plačilo za predane količine dobavitelj prejme pri finančni blagajni v Trstu na podlagi kolkovane fakture. Varnost in tveganje za tovor ostajata na dobaviteljevi strani do njegove celotne predaje.

5) Po izkrcanju in sprejemu tovora lúska kapitanija izda o tem potrdilo, ki mora biti priloženo fakturi.

6) Dobavitelj se obveže izkrcati tovor na enem ali več mestih avstrijske obale. Če pride do zakasnitve pri dobavi se, razen ob višji sili, zahteva odškodnina, ki v vsakem primeru znaša 50 Kr za vsak dan zamude.

7) Pred začetkom izkrcavanja mora dobavitelj ali kapitan izročiti originalni dokument (certifikat) c.k.r. konzularne agencije na Santorinu. Podatki kontrole pod točko 2) morajo biti izročeni najkasneje 3 dni po izkrcanju; šele potem velja, da je tovor izročen.

8) Če količina plovca znaša 10% in je kamenja ter drugih snovi, ki ne gredo skozi mrežo, tudi 10% celotne mase, ima kupec pravico zavrniti celoten tovor.

9) Pomorska uprava ima pravico neustrezni tovor sprejeti po nižani ceni.

10) Merjenje santorina poteka na palubi ladje s posodami 50 litrov prostornine pod nadzorstvom kupčevega zastopnika. Santorin mora biti v posodi potlačen in poravnan z robom. Po vsakem merjenju jo je treba popolnoma sprazniti.

11) Izkrcavanje in prevoz santorina do skladišča gresta na dobaviteljev račun, če ni določeno drugače. Cena velja za en hektoliter.

12) Kadar gre izkrcavanje na dobaviteljev račun, ta odgovarja tudi za morebitno škodo in zamude ladjarju (stallie).

13) Kavcija, ki jo dobavitelj položi pri finančni blagajni ob prevzemu naročila, velja kot garancija za vse prevzete odgovornosti in se vrne, ko je celoten posel končan pozitivno.

Vse te norme so bile sestavni del vsake pogodbe o dobavi santorina. Dobave so na osnovi potreb posameznih gradbišč razglasili enkrat ali dvakrat letno z

javnim razpisom, objavljenim v vseh uradnih glasilih in časopisih.

Zanimivi so podatki o plovbi, izkrcavanju in naje- manju tovarnih jadrnic. Te so bile največini skunerji, barki, brigi in golete do največ 1000 ton nosilnosti. V dokumentih najdemo podatke, da je največja količina santorina, izkrcanega na enem mestu, znašala okoli 9000 hl. Ladje so plule pod različnimi zastavami sredo- zemnih držav in celo severne Amerike ter Brazilije. Največ je bilo grških, avstrijskih, italijanskih in turških. Plovba z jadri, predvsem v zimskem času, ni bila lahka. Večkrat najdemo dokumente o tem, da so jadrnice dol- go čakali, ker so jih zajeli viharji, da so imele okvare in da so morale celo del tovora zmetati v morje, da bi se rešile. Poleti pa so kasnile, ker so morale cele dneve čakati na ugoden veter.

Mnogo dokumentov govori o problemih, ki so nastali pri izkrcavanju santorina. Leta 1855 je npr. v Trstu hotel kapitan grškega barka podkupiti uradnika, ki ni hotel sprejeti neustreznega tovora. Ker uradnik ni hotel po- pustiti, je prišlo do hudega spora, ki se je končal s tem, da so ga Grki tako pretepli, da se je moral dolgo zdraviti. Pomorska uprava ga je zato javno pohvalila in mu dala nagrado; toda ne ker je vestno opravljal svojo dolžnost in se ni dal podkupiti, ampak ker je dolgo ležal v bolnišnici.

Kaže, da so se spori in poskusi podkupovanja ponav- ljali predvsem daleč od Trsta, v manjših mestih Dalma- cije, in največkrat v zvezi z izmero količine santorina. Vsekakor so jih vselej reševali hitro in na samem mestu. Bolj se je zapletalo, kadar je šlo za kakovost santorina, posebno če ta ni več ustrezal, medtem ko je bil del to- vora že sprejet. Kontrolo so namreč opravljali vsak dan, da bi dobili srednjo kakovostno vrednost. Da bi bila slika jasnejša z več vidikov, tudi socialnega in pomorsko- pravnega, podrobneje navajamo en primer spora.

21. maja 1910 je odplul z otoka Santorina turški bark, polno naložen s santorinom za gradnje v Dal- maciji. Kapitan je bil Kostantinos Liras s Hiosa, od koder je bil tudi ladjar. (Takrat so Hios in drugi grški otoki spadali pod turško cesarstvo.) Ladja je 9. junija priplula v Zadar in začela izkrcavati. Delo je ob upoštevanju vseh predpisov teklo nemoteno do 24. junija. Ko je bilo že prevzetih 660 hl santorina, je inšpektor, zadolžen za kontrolo kakovosti, ugotovil, da nižji sloj v skladišču ladje ne ustreza predpisom. Seveda je zaustavil izkr- cavanje in o tem s telegramom obvestil Pomorska upra- va v Trstu. Kapitan se je z le delno spraznjeno ladjo znašel v stiski, ker ni vedel, kaj naj stori s preostalim tovorom. Obvestil je vse zainteresirane in pohitel v Trst, a ni ničesar dosegel. Končno mu je uspelo prepričati prodajalca santorina Kozianopoulou, da je edina reši- tev iz zagate v znižanju skupne dogovorjene cene od 3450 na 3000 Kr. Pomorska uprava je s tem soglašala, in tako je kapitan lahko izkrcal preostali tovor in odplul. S tem pa zaplet ni bil končan, ker se je potem začela

pravda, ki je trajala še dve leti. Agent Oskar Kraus iz Trsta je namreč zahteval plačilo celotne vsote in še od- škodnino za 9 dni ustavljenega izkrcavanja. Med pravdo so ob drugem izvedeli tudi to, da je agent Kraus plačal pristaniške delavce v Zadru pavšalno in torej ni imel nobene škode; to je potrdil tudi inšpektor iz Zadra v svojem poročilu, kjer dodaja opombo, kako sramotno je, "da tisti, ki sedi udobno v Trstu, bogati na račun rev- nih Dalmatincev, ker on jih plača po 7 centov, medtem ko prejme od Pomorske uprave 14 centov na hl".

Iz meritvenih tabel v poročilih se da sklepati, da Grki večkrat niso ravnali prav korektno, saj tabele za različne plasti santorina v ladijskih skladiščih navajajo različne podatke. Kot primer lahko vzamemo tovor santorina dobavitelja Marka Markovina, ki so ga uporabili za gradnjo Obale sv. Duje v Splitu. Tja so ga pripeljali septembra 1913 z grškim barkom pod poveljstvom kapi- tana Kostantinos Pontikosa. Tovora niso hoteli prevzeti, ker so štiri meritve, dopoldne in popoldne, v prvih dveh dneh razkladanja dale zelo neizenačene rezultate:

% plovca	% debelega kamenja
22	5,25
21,5	5,50
22	4
20	2,50

Za primere, ko se je Pomorska uprava odločila za kompromis in sprejela nekvaliteten santorin po znižani ceni, je tehnični urad predpisal večje odstotne količine santorina za izdelavo betona, kajti v tem je bilo dovo- ljenih samo 10% plovca, ker je večja količina negativno vplivala na odpornost.

S sociološkega vidika je zanimiv tudi naslednji primer, ki govori o tem, da so bile pri zelo težkem delu izkrcavanja zaposlene največini ženske. To je razvidno iz pritožbe, ki jo je na Pomorsko upravo naslovila "niže podkrižani" (torej neopismenjeni) Jozo Klarić, podjetnik iz Splita. Zahteval je odškodnino za izkrcavanje na sidrišču maja 1913 z grškega barka Elli na barkače, ki so tovor prevažale na gradbišča. Delo, ki je bilo dogo- vorjeno za plačilo v pavšalu, se je neprimerno zavleklo. Tega naj bi bila kriva grška posadka, ki je bila, kot vedno, po pogodbi zadolžena, da preda tovor "franko paluba". Očitno je delala tako počasi in brez volje, da so najeti dalmatinski delavci in delavke morali čakati v brezdelju po sedem- do osemkrat na dan. V podrobnem seznamu vsakodnevnih izgub Klarić navaja:

nadnica 5 brodova	po	14 Kr
nadnica 9 ljudi	po	5 Kr
nadnica 13 žena	po	2,20 Kr
nadnica poduzetnika	po	8 Kr

To potrjuje, da v Dalmaciji takrat ženske niso bile upoštevane kot "ljudje" in so opravljele težka dela v več- jem številu kot moški, njihovo plačilo pa je bilo v primer- javi z moškimi več kot za polovico manjše za isto delo.

Na osnovi seštevanja raznih podatkov in razpisov dobav v zadnjem desetletju 19. stoletja lahko sklepamo, da je bilo za potrebe Dalmacije in Avstrijskega primorja uvoženih približno 100.000 hl santorina letno. V to količino niso vštete količine za gradnje v tržaškem pristanišču, ki so jih izvajali tudi zunaj običajnih razpisnih postopkov.

Velike težave v dobavi se pokažejo v letih 1911-1912 zaradi turško-italijanske vojne, ker je bilo zelo težko najti pogumne kapitane, ki bi tvegali plovbo na jadra v vodah Egejskega morja. Na to pot so se drznili le nekateri manjši parniki, toda za zelo visoko ceno. Zaradi tega se pojavljajo prve ponudbe italijanske pozzolane iz okolice Neaplja. A po končani vojni je vse steklo po starem, in santorin je spet začel dotekati v izpraznjena skladišča.

Iz poročil v letu 1914 je razvidno, da je santorin iz nahajališča Therasia postal vse slabše kakovosti, saj so v njem večkrat izmerili do 24% plovca namesto dovoljenih 10%, tako da je bila Pomorska uprava prisiljena izdati priporočilo, naj tovarov od tam ne sprejemajo.

Dotok te važne surovine se začel manjšati leta 1914 po izbruhu prve svetovne vojne in se popolnoma zaustavi leta 1915 po vojaški intervenciji Italije proti Avstriji. Glavna skladišča se postopno praznijo in dela zaustavljajo. Ostane le nekaj santorina v manjših skladiščih Dalmacije.

Ko je po vojni Italija zasedla dele Dalmacije in Primorske z Istro, se takoj pokažejo velike razlike v avstrijskem in italijanskem načinu upravljanja pomorskih zadev. Luške kapitanije pridejo, kot po vsej Italiji, pod upravo vojaških oblasti, ki sploh nimajo strokovnih kadrov in še manj zavzetosti za hitro, samostojno in gospodarno reševanje pomorskih vprašanj. Kot dokaz za slabo upravo lahko navedemo primer iz leta 1920, ko so santorin iz skladišča na Korčuli uporabili za balast na parniku, ker verjetno sploh niso vedeli, za kaj se to kvalitetno gradivo uporablja. Pomorska uprava v Trstu je delovala, čeprav okrnjena, še naprej pod Italijo po zaslugi nekaterih vodilnih protiavstrijskih iredentistov, ki so vendarle sodili, da je pametno ohraniti tisto, kar je Avstrija organizacijsko dobrega uveljavila. Zbegani in presenečeni avstrijski uradniki so se trudili delovati še po starem in rešiti, kar se je pač dalo. Začeli so kupovati pozzolano iz Neaplja, toda ko je bila leta 1923 Pomorska uprava dokončno ukinjena in je njene funkcije prevzela italijanska luška kapitanija v Trstu, se je vse popolnoma spremenilo.

Morda je zanimivo mimogrede omeniti še to, da je Italija danes ena izmed redkih držav na svetu, kjer so luške kapitanije še pod upravo vojne mornarice; negativne posledice tega stanja so žal opazne celo v ribištvu.

SKLADIŠČENJE IN ODDAJANJE UPORABNIKOM

Pomorska uprava je morala v začetku svojega delo-

vanja poleg doslej navedenih problemov rešiti še vprašanje skladiščenja santorina, ker to ni bilo organizirano.

Tovorne jadrnice so izkrcavale santorin neposredno na deloviščih, toda redkokdaj so potrebovali celotno pripeljano količino na enem mestu. Zato ga je bilo treba razdeliti na več gradbišč in ga izkrcavati na različnih mestih, večkrat celo na sidriščih na manjša plovila. To je bilo nepraktično in drago, ker so kapitani zahtevali dodatno plačilo za izgubo časa in nevarnost.

Zaradi tega je Pomorska uprava organizirala nekaj večjih skladišč vzdolž celotne obale. Včasih so po potrebi tudi menjali lokacije, v glavnem pa so bila za skladiščenje izbrana mesta Tivat in Meljine v Boki Kotorski, Gruz, Korčula, Trogir, Zadar, Cres, Krk, Rovinj, Trst (ki je imel včasih kar tri skladišča: v Lazaretu, pri Sv. Soboti in na Obrežju sv. Terezije).

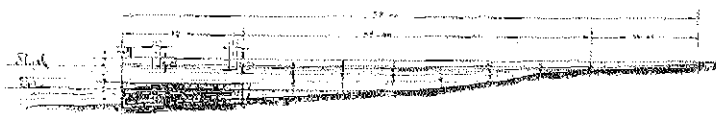
Sprva so shranjevali santorin v pokritih skladiščih, toda kmalu so ugotovili, da je to nepraktično zaradi težav s pretovarjanjem in drago zaradi visokih najemnin. Kasneje je bilo določeno, naj ga skladiščijo na odprtem in po možnosti ob obali, da bi se zmanjšal obseg dela pri izkrcavanju z glavnih jadrnic ter za nadaljnje pretovarjanje na manjše barke.

Povečini so ga nasuli v velike kupe, visoke po potrebi do 3 m, ograjene z deskami in podprte s tramovi. V nekaterih krajih je bila okoli kupov napeljana še boječa zica, da bi preprečili krajo. Po končanem izkrcavanju in izravnavi vrhnje plasti so santorin prelili z apnenim mlekom, ki se je posušilo in preprečevalo, da bi santorin odnašala burja. Poročila luških kapitanij potrjujejo, da je do primanjkljajev santorina prihajalo tudi zaradi močnih deževij in neviht, ki so ga precej odnašale. Iz skladišč so podjetniki prevzemali točno določene količine, ki so ustrezale tistim, ki so bile predvidene v načrtih in predračunih. Santorin so iz skladišč izdajali le po naročilu inženirja, ki je bil odgovoren za izvajanje pomorskih del. Odgovorni funkcionar v skladišču pa je moral skrbeti za evidenco prevzetih in izdanih količin ter vsake tri mesece poslati o tem poročilo v Trst.

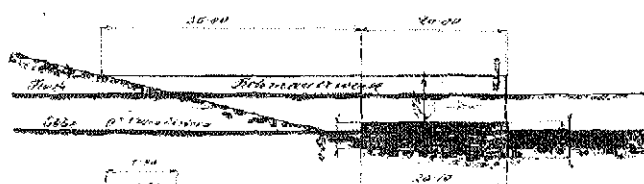
Podjetnikom, ki so si pridobili delo na razpisih, je Pomorska uprava dajala santorin brezplačno, ker je bil v predračunih za razpisana dela že upoštevan. Podjetnik je nosil le stroške njegovega merjenja, prevzema in prevoza na svoje gradbišče.

V izjemnih primerih so ga prodajali tudi zasebnikom ali občinam, toda vedno s posebnim dovoljenjem Pomorske uprave in v manjših količinah. Prav ob raziskavi dokumentov, ki se nanašajo na to obrobno in na prvi pogled manj pomembno prodajo, se je pokazala zelo lepa slika takratnega življenja. Ker se zdi zanimiva s sociološkega vidika in ker dokazuje tudi pomen santorina za gradnje v tistih časih, bo zanimivo, če nastojemo nekatere bolj značilna dela, ki kažejo, za kaj in kje je bil uporabljen zaproseni santorin; taka dela so bila:

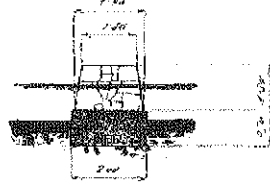
Molo in Otter bei Capodistria

Höhen 1. 100
Längen 1. 330

Capodistria im Juni 1892

Kreuz
BauartHöhen 1. 100
Längen 1. 330

Molo in Otter



Höhen und Längen 1. 100

Berechnung der Santorin bedarfs

Mauernwerk: rund 24.000 m³ 1. 1.5
+ 1.500 m³ 1. 2.00 = 104,75 m³ 1. 1.75 m³ SantorinmehlSantorinmehlwerk: rund 24.2. 1. 1.5 (1.65 + 1.54)
31,16 m³ 1. 1.75 m³ Santorinmehl

gesamt 24,304

zusammen 48,29

Bau 50

in Hochbau 500

Länge 9,9

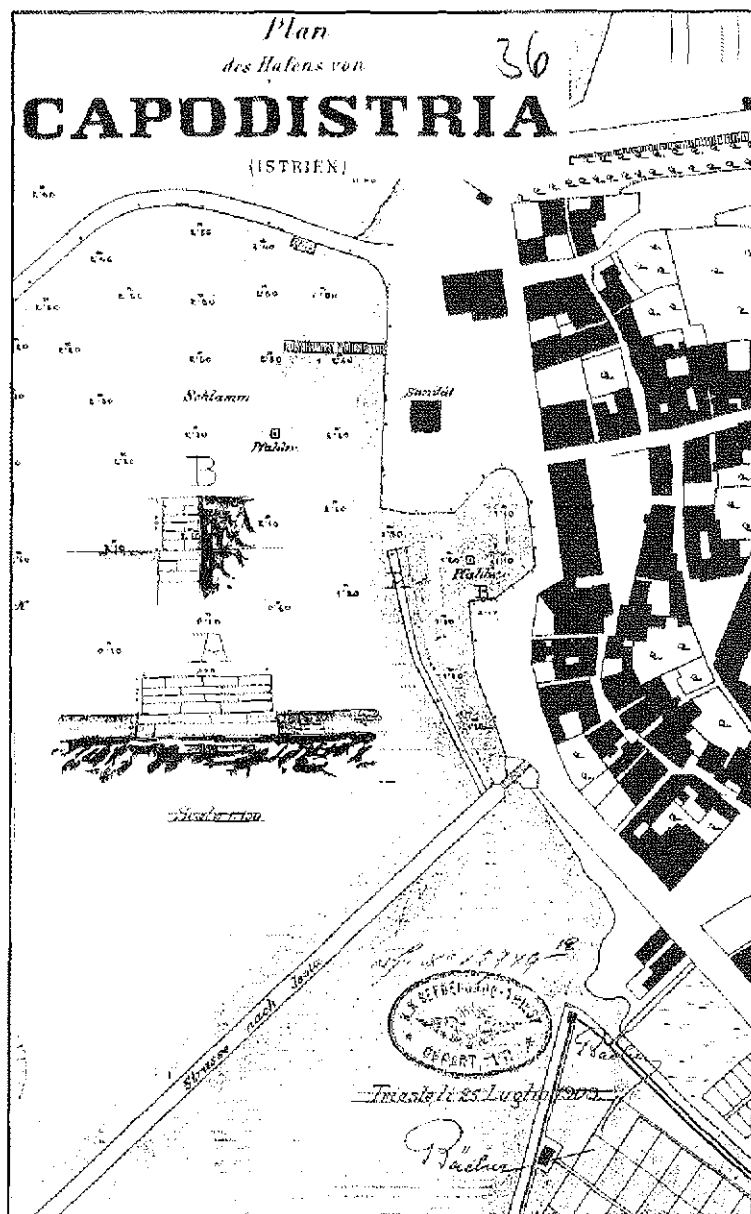
Falk

Blick im See

Načrt, ki predvideva uporabo santorina za izdelavo podvodnega bloka in na njem zidanega pomola. Gre za pomol v Valdoltri pri Kopru, zgrajen leta 1892; iz načrta je razvidno, da je bilo za pomol potrebnih 500 hl santorina. Progetto per la costruzione del molo di Valdoltra presso Capodistria con la base in getto e muratura soprastante, completato nel 1892. È bene evidenziato l'impiego di 500 hl di santorino.

Popravilo temeljev hiše trgovca Stjepana Kalogera v luki Prigradica na Korčuli; popravilo kanalov solin v Stonu; ureditev občinske ceste v Kučištu na Pelješcu; notranji omet vodne cisterne Marina Matulovića iz Zinova na Korčuli, ker je vanjo vdiral morska voda; popravilo pomola frančiškanskega samostana na otoku Ugljanu; popravilo obale pred ribarnico v Korčuli; gradnja vodnjaka pod morsk gladino za Ivana Hlabića

iz Kučišta; gradnja pomola pred skladiščem podjetja za soljenje sardel Ivana Jadršića iz Sv. Petra pri Lošnju; temelji hiše Serafina Topića, ladjarja z Visa, ki so ob morju v predelu Velimir; popravilo struge potoka, ki je spodjedal temelje hiše L. Bogišića iz Perasta; gradnja vodne cisterne Marka Boroe iz Blata na Korčuli sicer brezplačnim, a že zelo slabim santorinom, ki je ostal neuporabljen ob delih v Prigradici; terasa nad morjem



Načrt koprškega pristanišča, kjer je bilo potrebno popraviti podvodni del pomola notranjega mandrača z vlitjem santorinskega betona namesto odpadlih kamnitih blokov. Datiran je 25. julija 1908 in lepo prikazuje se obstoječe soline ter cesto iz mesta proti Izoli, ki je Koper, takrat še otok, povezovala s celino. Progetto del 25 luglio 1908 per il rinnovo della parte subacquea del mandracchio di Capodistria. I blocchi di pietra caduti furono sostituiti con un getto di santorino. Si denotano le vecchie saline e la strada che collegava la cittadina alla terraferma.

pri vili Kamber v Kaštelu Starem pri Splitu; velik ribnik za ribogojnico ob izlivu Jadra pri Solinu; last Petra Crgica iz Vranjica; gradnja mostiča s temelji v morju za zidarskega mojstra Jerka Randića v Supetru na Braču; popravilo vrtnega zidu pri Korpusni komandi c.k. Vojne mornarice v Boki Kotorski; vodno korito za zalivanje vrta pri neki hiši na Malem Lošinju; temelji za žerjav pri čuvajskem svetilniku Sestrice na Kornatih; krušna peč čuvaja svetilnika Murvica pri Splitu; popravilo cerkve Matere božje od Škalpela na otočku pri Perastu v Boki Kotorski; tlak v kuhinji tramvajskega podjetja v Trstu; popravilo pretočnih kanalov in obale v solinah v Seči pri Portorožu; ribniki, podporni zid in odtočni kanal pri vili Tartini v Strunjanu itd.

Na osnovi zvrstí del, navedenih v prošnjah, izmed katerih smo izbrali le najbolj značilna, lahko trdimo, da je santorin igral pomembno vlogo ne samo pri gradnji velikih pomorskih objektov, ampak tudi pri mnogih manjših delih, kjer so obstajali problemi zaradi erozije in razjedanja morske vode. Tehnični urad je imel dosti dela pri reševanju prošenj, na katere je moral odgovarjati. Odgovori so bili povečini pozitivni, in tam, kjer so bile utemeljive tehtne in dela koristna širsi javnosti, je to dragoceno gradivo dajal celo brezplačno.

Da bi si ustvarili vsaj približno sliko o tem, v kakšni meri je Pomorska uprava z uporabo santorina prispevala k razvoju jadranske obale, njenih otokov in pristanišč, ne bo odveč kot primer pregledati načrt del za leto 1912.:

števílo objektov v Dalmaciji	v Primorju	vrednost v K.
novogradnje	87	42
popravila	32	15
		1.588.500
		915.600

Žal ni mogoče števílčno prikazati podatkov za celotno obravnavano obdobje, ker je bilo dosti dokumentov izgubljenih; verjetno takrat, ko je italijanska luška kapitanija prevzela arhiv Pomorske uprave. Iz protokolarnih knjig dopisov pa se da sklepati, da so santorin uporabljali tudi v notranjosti dežele za rečne struge. Nadvse zanimivo je dejstvo, da so leta 1850 nekatere pošiljke šle tudi v Ljubljano in celo v Zidani Most; verjetno za železniške objekte ob Savi.

NAČIN UPORABE IN PREDPISI

Kaže, da so že Grki in Rimljani v antičnih časih uporabljali zemljo vulkanskega izvora v razmerju 3:1, to je tri dele pozzofoane z enim delom dobro gašenega apna, vedno merjeno prostorninsko in ne po teži. Na tak način so izdelali kompakten aglomerat, ki se je strjeval tudi pod morjem in kljuboval razpadanju zelo dolgo, kot pričajo arheološke najdbe.

Pod Astrijo so santorin sprva uporabljali empirično po izkušnjah, zato je bila kvaliteta največ odvisna od zidarskih mojstrov. Pomorska uprava je kasneje na os-

novi večletnih izkušnj in različnih poskusov skupaj z društvom inženirjev in arhitektov pripravila poseben pravilnik za vsa pomorska gradbena dela. Izdalo ga je ministrstvo za trgovino leta 1904 in ga kasneje dopolnilo, ko so začeli uporabljati portlandski cement. V pravilniku so podrobno opisani materiali, kot pesek, kamenje, apno, santorin, cement idr., ter postopki za izdelavo aglomerata. Nas zanimajo bolj slednji, ki govorijo o podvodnem santorinskem betonu, malti za kamnite zidove in vlivanju podvodnih blokov.

Pravila, povzeta v strnjeni obliki, so tako priporočala:

MALTA: Negašeno belo apno prinesemo na gradbišče, ga zmešamo z 1,5 volumenskim delom vode in pustimo, da začne vreti in nastane gosta kaša. To je potrebno hraniti vsaj 14 dni v pokriti jami, da tudi najmanjši delci ugasnejo. Voda mora biti sladka in popolnoma čista. Malto, namenjeno za povezavo kamenja pri zidavi, dobimo tako, da pomešamo en del gašenega apna z 2,5 deloma santorina. Mešati je treba na čisti lesení podlagi, s tem da najprej zmešamo apno in mu nato postopno dodajamo santorin. Malto je treba mešati tako dolgo, da je popolnoma homogena in v njej ni mogoče več razpoznati nepomešanega santorina in apna.

BETON: Za izdelavo 1 m³ aglomerata-betona potrebujemo:

- 0,77 - 0,78 m³ santorina,
- 0,23 - 0,28 m³ belega gašenega apna,
- 0,77 - 0,79 m³ drobnega kamenja.

Kamenje mora biti čisto, oprano in največ do 6 cm premera; najboljši je trd peščenjak ali apnenec. Uporaba rečnega ali morskega gramozja je možna samo z dovoljenjem inspektorja. Priprava se začne z mešanjem santorina in apna z dolivanjem sladke vode. Izjemoma, z dovoljenjem inspektorja, lahko uporabljamo tudi morsko vodo. Ko dobimo homogeno maso, ji primešamo še kamenje. Maso pustimo v kupih od 2 do 6 dni, odvisno od vremenskih razmer, da se malo zgosti in se med vlivanjem pod vodo preveč ne razredči; stopnjo osušenosti določimo po izkušnjah.

VLIVANJE: Vlivamo tako, da po lesenih žlebovih spuščamo maso v podvodne opaze v 50-centimetrovskih slojih, ki jih moramo sprti dobro potlačiti s tolkali. Beton moramo brez prekinitve vlivati do zaželené višine. Izvajalec je dolžan zagotoviti nepretrgano vlihanje dan in noč ne glede na nedelje in praznike in s tako delovno silo, da ga konča v 48 urah. V primeru prekinitve vlihanja, npr. zaradi nevihte ali visokih valov, je treba pred nadaljevanjem z zgornje plasti popolnoma odstraniti mulj, alge in drugo umazanijo ter vrhni sloj razpraskati do hrapavosti.

Ko je dosežena zaželena višina, beton pokrijemo z deskami in nanje naložimo velike kamne za obtežitev. Opaž odstranimo po 4-8 tednih, odvisno od letnega časa, ko je beton že dobro strjen. Po osmih tednih na

betonskem bloku lahko zidamo; vsekakor pa beton doseže zadostno minimalno trdnost šele po letu dni.

Pravilnik, ki je zelo natančen in obsežen, ima poleg drugih še poglavje o pripravi in nameščanju podvodnih opazev na morsko dno.

Iz prakse, posebno v začetni fazi rabe santorina, izhaja tudi nekaj drugačnih podatkov. Pri gradnji reške luke so npr. namesto drobnega kamena uporabljali pesek, torej santorin, apno in pesek v razmerju 6 : 2 : 1. Iste podatke dobimo tudi pri gradnji vojaških objektov v Boki Kotorski. Nekajkrat srečamo za malto razmerje 3 : 1, ki pa verjetno ni dalo boljšega rezultata kot standardno razmerje 2,5 : 1. Preden je bil leta 1876 uzakonjen metrični sistem in so vse merili še v klafrah in vedrih, najdemo za gradnjo pomočlov v Trstu in Splitu razmerje 2,8 : 1 : 3, za obrežje v Malem Lošnju 2,8 : 1 : 2,9, za naprave v Boki Kotorski leta 1868 3,5 : 1 : 3,5; kasnejši standard pa je bil 3 : 1 : 3.

Na prehodu 19. v 20. stoletje se že pojavljajo prvi poskusi uporabe portlandskega vodnega cementa, ki so ga v različnih količinah (največkrat od 150 do 250 kg na kubični meter) dodajali santorinu zaradi hitrejšega

strjevanja. Tu je potrebno opozoriti, da je santorin kakovostno odličen material za podvodna dela, toda ima veliko pomanjkljivost, da se strjuje zelo počasi in doseže ustrezno trdnost šele po dolgem času, kar je z današnjega vidika popolnoma nesprejemljivo. To je nekoč zahtevalo dolgotrajno gradnjo, posebno velikih projektov, kar je povzročalo velike težave v severno-evropskih državah, saj so morali med gradnjami začasno ustavljati pomorski promet. Zaradi velikih nihanj plime in oseke so namreč morali biti doki med delom zaprti. Upoštevati je bilo treba tudi nenehno rast cene delovne sile, ki je vedno bolj vplivala na končne stroške in zahtevala skrajšanje celotnega delovnega postopka.

Zato je portlandski vodni cement postopno zamenjal santorin in ta se je v dvajsetih letih 20. stoletja umaknil iz rabe. Vsekakor na osnovi dokumentov Pomorske uprave v Državnem arhivu v Trstu lahko trdimo, da je "zemlja vulkanskega izvora santorin" odigrala zelo pomembno vlogo pri gradnji pomorskih objektov na vzhodni obali Jadrana, v Trstu, na etnično slovenski obali do Timave (Škedenj, Barkovlje, Čedad, Griljan, Kriz, Sesslan, Devin) in v Gradežu.

TERRA VULCANICA DI SANTORINO. SUO UTILIZZO PER LE COSTRUZIONI PORTUALI IN ADRIATICO DURANTE IL PERIODO AUSTRIACO 1779-1918

Bruno VOLPI LISJAK

II-34134 Trieste, Via Commerciale, 178/1

RIASSUNTO

Questo lavoro, frutto di ricerche presso l'Archivio di Stato di Trieste, vuole mettere in evidenza l'importanza che ha avuto l'uso della terra vulcanica per le costruzioni portuali, in special modo per quelle subacquee; materiale, ormai dimenticato, proveniente dall'isola greca Santorino (75,79 km², 7100 abitanti) del mar Egeo, nell'arcipelago delle Cicladi. Di origine vulcanica, tale isola costituisce l'orlo orientale dell'antico cratere, che durante un cataclisma avvenuto nella metà del II millennio a. C. in gran parte sprofondò. L'ampia baia, che oggidi serve come ancoraggio a numerose navi turistiche in visita al capoluogo Thera arroccato sul ciglione a 300 m di altezza dal mare, è fronteggiata da alcune isole minori. Gli scavi archeologici in località Akrotiri hanno rivelato che sin dal IV millennio fu sede di una civiltà molto progredita, scomparsa dopo il terremoto.

Le cave che fornirono per lungo tempo questa terra, non solo ai paesi mediterranei, ma anche a quelli del nord Europa, erano in gran parte situate sugli isolotti antistanti alla grande baia. I luoghi erano chiamati Therasia, Kamenai, Thira, Akrothiri, Epanomeria, e Gromen.

La "terra vulcanica di Santorino" in sloveno era denominata "zemlja vulkanskega izvora Santorin", in croato "vulkanska zemlja Santorin" e in tedesco "Santorinerde". Comunemente veniva chiamata dagli slavi "santorin" e dagli italiani "il santorino". Per semplificazione verrà così nominata in seguito.

Il santorino, prodotto naturale di eiezione vulcanica, fa parte dei tufi trachitici denominati anche "pozzolane" (lat. pulvis puteolana), dal nome della località Pozzuoli vicino a Napoli. Il loro uso era conosciuto fin dall'antichità, ne parlano infatti Catone, Strabone, Plinio, Varrone, Vitruvio. Conosciuti sono pure i "trass" della Renania e le pozzolane laziali. La loro caratteristica specifica deriva dal fatto che uniti a calce spenta, danno un impasto capace di far presa sotto acqua.

Il santorino, come le altre pozzolane, si è formato durante la fase esplosiva dell'attività vulcanica, quando i

granuli di sostanza vetrosa, raffreddatisi bruscamente a contatto dell'aria, hanno dato origine a granelli resi porosi a causa della fuoriuscita di vapori e gas. La composizione chimica è costituita principalmente da SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , CaO , MgO , Na_2O , K_2O e tracce di altri elementi.

Il peso specifico di un buon santorino varia da 0,95 a 1,25. Possiede la qualità intrinseca, che è aspro e stridente al tocco e anche se bagnato, stretto in pugno non agglomera. Di colore giallo - verdognolo, gettato in un recipiente colmo d'acqua, non la intorbidisce e sedimenta subito.

La presa del santorino mescolato a calce è principalmente dovuta alla formazione di alluminati e silicati acidi (con pH molto basso) e all' "adsorbimento" di calce. Una volta immerso nell'acqua, diventa un sistema in continua evoluzione, che diventa stabile dopo molti anni, quando la calce, svolta la sua azione, lascia l'agglomerato. Infatti le prove di resistenza eseguite dall'ufficio tecnico del Governo marittimo austriaco su campioni composti da 6 parti volumetriche di santorino, 2 di calce spenta e una di sabbia, hanno confermato che dopo 4 mesi si ottenevano 18 kg/cm^2 e appena dopo 13 anni 90 kg/cm^2 .

Le autorità austriache cominciarono ad adoperare il santorino all'inizio dell'ottocento, dopo aver preso possesso di tutta la costa dalmata e del Litorale, dapprima in modo saltuario e disorganizzato e poi dal 1850 con un sistema centralizzato e molto efficiente, grazie all'istituzione del Governo Marittimo Centrale con sede a Trieste, che iniziò la sua attività il 1.5.1850. Oltre a curare tutti gli aspetti inerenti ai problemi marittimi come sanità, trasporti, traffici, costruzioni navali, formazione del personale marittimo, consolati in porti stranieri, sicurezza della navigazione, dati statistici, pesca ecc. il Governo marittimo doveva provvedere pure alla riparazione ed alla costruzione di tutti i porti, moli, approdi e altre opere marittime sulle isole e lungo tutta la costa, da Grado all'Albania. Oggi possiamo asserire che svolse le sue molteplici attività in modo egregio e che nessuna amministrazione seguente lo eguagliò per efficienza. Su raccomandazione e pressioni di influenti irredentisti istriani, che volevano preservare quello che di efficiente e positivo l'Austria aveva istituito e l'Italia non aveva, il Governo Marittimo svolse le sue funzioni ancora sotto la sovranità italiana fino all'8.2.1923. Dopo questa data le mansioni furono assunte dalla Capitaneria di porto, retta dalla Marina militare, con tutti gli aspetti negativi che ne conseguono, quando organi militari amministrano cose di competenza civile. Da notare, che l'Italia è oggi uno dei rari stati del mondo, dove le capitanerie vengono gestite dai militari.

L'approvvigionamento del santorino richiese un'organizzazione centralizzata a causa dei molti siti di lavoro aperti contemporaneamente e della necessità di reperirlo in loco tempestivamente. Questo portò praticamente ad una specie di monopolio, utile anche sotto il profilo economico, che assicurava grandi quantità a costi bassi e che inoltre dava la possibilità di pianificare meglio i lavori e controllare le rimanenze nei depositi. Sull'esempio di altri paesi per assicurare un flusso costante ed evitare speculazioni anche l'Austria aprì a Santorino un proprio ufficio consolare. Questo provvedeva al controllo e al rilascio di certificati, che comprovavano la qualità e la quantità di terra imbarcata.

Per ovviare a vari inconvenienti, che avvenivano specialmente durante lo scarico dai velieri di varie nazionalità, il Governo marittimo emise nel 1912 un regolamento composto da 13 articoli, che dava parametri molto esatti per i controlli di qualità e di quantità. Riassumendo, tali articoli stabilivano che il santorino poteva avere un massimo di 10% di pietra pomice galleggiante e 10% di petrisco, doveva passare attraverso un setaccio con maglie da 15mm e venir misurato in ettolitri. Le misurazioni di qualità dovevano esser eseguite diverse volte durante lo scarico.

I velieri noleggiati per il trasporto erano normalmente del tipo bark, bricks schooner o golette, con una portata massima di circa 1000 tonnellate. Dai documenti di noleggio e di protesto si evince la difficoltà della navigazione a vela, in quanto vengono riscontrati notevoli ritardi di consegna, dovuti a tempeste e avarie durante l'inverno e calme di vento durante l'estate. I primi piccoli piroscafi appaiono durante la guerra italo-turca del 1911-1912, quando era necessario avere una velocità sicura per eludere i blocchi in ogni condizione atmosferica.

I principali magazzini di santorino erano situati a Megline e Teodo nelle Bocche di Cattaro, a Gravosa, Curzola, Traù, Zara, Cherso, Veglia e Rovigno. Trieste ne aveva tre: a S. Sabba, al lazaretto di S. Bortolomeo e al molo S. Teresa, davanti agli attuali bagni comunali alla Lanterna. Da questi magazzini veniva erogato gratis agli imprenditori, che si assicuravano i lavori sempre in base ad aste pubbliche. Ciò era possibile in quanto il costo del santorino era già computato nel preventivo di spesa particolare e poi incluso nel budget annuale. Qui è necessario precisare che tutti i lavori, sia i piccoli di riparazione sia quelli grandi di costruzione, venivano vagliati ed elaborati dall'ufficio tecnico, il quale produceva un progetto sempre accompagnato da un minuzioso preventivo di spesa con il dettaglio dei materiali da impiegare, incluso il quantitativo di santorino da dare senza oneri all'imprenditore.

Occasionalmente il santorino poteva anche essere venduto in piccole quantità a privati su specifica domanda, che poteva essere redatta in croato, sloveno, italiano o tedesco. Le domande ci offrono un quadro interessante della vita di allora. Vergevano sulle più disparate necessità: cisterne d'acqua piovana sulle isole, fondamenta di case in riva al mare, vasche per acquacultura, terrazze per ville, depositi di acqua per irrigare orti, riparazione di chiese, pavimenti di cucine comunali, ecc.

Le tecnologie per l'uso del santorino, ad eccezione di minime variazioni all'inizio del secolo scorso, erano pressochè uguali a quelle contenute nelle norme per le costruzioni marine, redatte dall'unione degli ingegneri e architetti dell'Austria ed emanate nel 1904 dal Ministero del commercio.

Queste stabilivano le qualità dei vari materiali da usarsi, il sistema dei cassoni subacquei, le specie di murature, dimensionamenti ed altri parametri. Per ciò che riguarda la preparazione del getto di calcestruzzo subacqueo e la malta, stabilivano come di seguito descritto.

GETTO. Per ogni metro cubo occorrono:

0,77 - 0,78 m³ di terra di santorino

0,23 - 0,28 m³ di calce bianca spenta

0,77 - 0,79 m³ di pietrisco

Nella preparazione del calcestruzzo verranno prima rimestati il santorino e la calce spenta, fino a che la massa divenga perfettamente omogenea. Dopo di ciò verrà introdotto il pietrisco di dimensioni non superiori ai 6 cm. La preparazione deve farsi su un pavimento di tavole. Per favorire la presa si prepareranno dei cumuli, da far riposare da 2 a 6 giorni a seconda delle condizioni atmosferiche, poi si inizierà a versare il calcestruzzo in acqua mediante canali di tavole, a strati orizzontali di 50 cm di spessore. I singoli strati si dovranno comprimere sul loro letto. Le operazioni non dovranno essere interrotte. L'imprenditore è obbligato a garantire che la riempitura sia compiuta entro 48 ore, ininterrottamente giorno e notte, senza riguardo a domeniche e feste. L'indurimento è previsto in 4-8 settimane, dopodichè si potrà iniziare le opere murarie.

MALTA. La calce bianca da adoperarsi deve essere di ottima qualità e spenta soltanto con acqua dolce. La malta è da farsi in modo che ad una parte in volume di calce spenta, vengano mescolate 2,5 parti in volume di terra di Santorino. Questa malta dovrà essere talmente rimescolata su un apposito tavolato, da formare una massa perfettamente omogenea, nella quale non si possano più distinguere la calce e la terra.

Il santorino mescolato con la calce, pur essendo un materiale eccezionalmente resistente alla corrosione ed erosione dell'acqua marina, ha il suo lato negativo nel lungo tempo di indurimento e stabilizzazione. Per accorciare i tempi di attesa, all'inizio del novecento si cominciò ad aggiungere al calcestruzzo santorinico il cemento idraulico tipo Portland. A causa del graduale aumento del costo della manodopera e dell'esigenza di ridurre i tempi di lavorazione, quest'ultimo soppiantò il santorino negli anni venti. Comunque, sulla base dei numerosi documenti tramandatici dal Governo marittimo austriaco, possiamo asserire che la "terra vulcanica di Santorino" ebbe un ruolo molto importante nella costruzione delle opere marittime della costa orientale dell'Adriatico, di Trieste, della costa etnicamente slovena fino al Timavo e di Grado.

Parole chiave: opere marittime, tufo vulcanico, santorino, cemento di pozzolana

VIRI

Archivio di Stato di Trieste, Governo Marittimo -
costruzioni portuali, b. 563-623, posebej 560, 561, 562.