

L'isola di Helgoland e l'erosione marina

Note del socio, ing. GIOVANNI ANFOSSI

Il nome di Helgoland richiama oggi alla mente l'immagine soltanto delle lotte gigantesche che attorno all'isola si sono combattute e forse si combatteranno ancora. Ma non è di queste che io intendo qui occuparmi, nè comunque della sua importanza dal punto di vista militare. Se è lecito, anche in questi tempi, volgere talvolta il pensiero ad opere di pace, mi sia concesso di dare qui alcuni pochi cenni intorno ad Helgoland quale era prima della guerra.

L'isola, che è tuttora presso di noi pochissimo conosciuta, si presenta difatti come assai interessante sotto varî aspetti, e particolarmente pei fenomeni di erosione marina che vi si manifestano in maniera veramente imponente e che si dovettero fronteggiare con apposite, poderose opere di difesa.

Le brevi notizie generali che sto per esporre non hanno, ben s'intende, alcuna pretesa di originalità. Esse si fondano, oltre che su varie letture in proposito (1), sulle impressioni ricevute durante una breve visita fatta all'isola poco tempo prima che scoppiasse la guerra europea. Inutile aggiungere che tutto quanto segue deve quindi intendersi riferito allo stato di fatto anteriore alla guerra, l'isola essendo da allora in poi assolutamente inaccessibile.

ASPETTO GENERALE DELL'ISOLA. STORIA; CLIMA; ABITANTI. — Helgoland sorge, come è noto, nel Mare del Nord, press'a poco nel mezzo di quell'ampio seno che da lei appunto prende il nome (*Helgoländer Bucht*) e nel quale vengono a sboccare gli estuari dell'Elba e del Weser,

(1) Cito particolarmente, soprattutto per quel che riguarda i dati storici e tecnici, un importante lavoro, eccellentemente documentato, del Magg. BROHM: *Helgoland in Geschichte und Sage. Seine nachweisbaren Landverluste und seine Erhaltung*; Cuxhaven, Rauschenplat, 1907. Un volume in-4° di pag. 71, con 9 fig., 22 tav. e 15 carte.

di cui essa domina l'entrata. Il punto più vicino della terraferma — la penisola di Eiderstedt nello Schleswig-Holstein — trovasi ad una cinquantina di chilometri di distanza.

Trattasi, a dir vero, non già di un'isola unica, ma di un gruppetto di due, poichè ad E dell'isola principale e separata da questa mediante un braccio di mare poco profondo (4-5 m.), largo poco più di un chilometro, se ne trova una seconda, cioè un piccolo isolotto sabbioso, detto appunto dal suo modo di formazione *la Duna*.

Queste due isole, per quanto ambedue di dimensioni assai esigue, offrono fra loro il più completo contrasto. La duna, che ha un'estensione di soli 14 ettari, non si eleva che a pochi metri sul livello massimo delle acque. Essa ha la forma di un dorso appiattito, con direzione generale da NW e SE, e terminante verso SE con un lungo cordone (fig. 1). La forma e le dimensioni del resto sono alquanto variabili per effetto delle mareggiate. Essa non è abitata in modo permanente e non serve che come spiaggia alla numerosa colonia balneare, solita ad affluire nell'isola durante la bella stagione. Per questo motivo essa non possiede che poche costruzioni in legno destinate a tale scopo ed affatto temporanee.

L'isola principale invece, della quale particolarmente ci occuperemo, è un perfetto tavolato (fig. 2 e 3) (1) alto una cinquantina di metri e terminato da tutti i lati da rupi a picco e talvolta a strapiombo. Essa ha in planimetria la forma di un triangolo molto allungato, o meglio di un cuneo colla punta diretta verso NW. Al piede della muraglia di roccia, dal lato orientale, si trova una ristretta spiaggia sabbiosa sulla quale si addensa una parte delle abitazioni, mentre la rimanente parte — che è la più considerevole — occupa tutto l'angolo NE della piattaforma. Torna così naturale la divisione dell'isola in due parti: « terra alta » e « terra bassa » (*Oberland* e *Unterland*). Le due parti comunicano fra di loro soltanto mediante una scalinata a zig-zag scavata nella roccia, presso l'angolo NE, alla quale negli ultimi tempi venne aggiunto anche un ascensore. La superficie dell'*Oberland* è di circa 41 ettari, quella dell'*Unterland* di 9: in tutto appena mezzo chilometro quadrato.

Da tutti gli altri lati l'*Oberland* è assolutamente inaccessibile. Le

(1) Le figg. 3, 4, 5, 6 e 9 sono riprodotte da cartoline delle Ditte: M. Glückstadt u. Münden di Amburgo; F. Schensky, A. B. Kauffmann, J. Hamel di Helgoland.

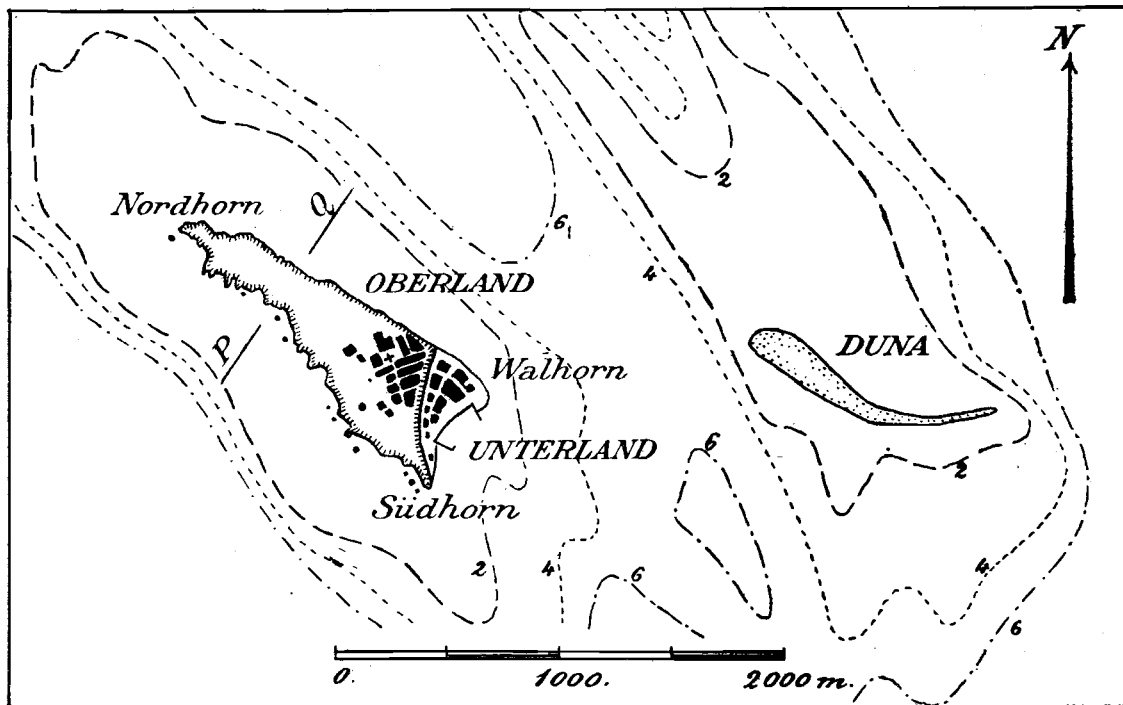


FIG. 1ª - Helgoland. Schizzo planimetrico. — Sono tracciate le isobate di 2, 4 e 6 m.

pareti di roccia che lo terminano da ogni parte sono soggette ad un intenso lavoro d'erosione per parte del mare e degli agenti atmosferici. Torneremo più a lungo su questo fenomeno, ma possiamo notare fin d'ora come il lato sud-occidentale (fig. 4), che è il più esposto alla furia del mare e dei venti sia anche il più profondamente intagliato dall'erosione, che vi scava insenature e grotte profonde e a poco per volta fa arretrare la linea di costa, lasciando qua e là superstiti per lungo tempo le parti più resistenti della roccia, che rimangono come scogli isolati, assumendo per lo più la forma di giganteschi pilastri.

In ogni modo, da qualunque lato la si accosti, l'isola presenta un aspetto inospite e selvaggio, per quanto spesso assai pittoresco. Il

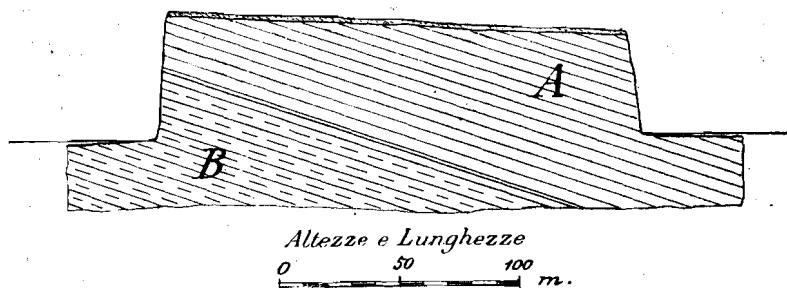


FIG. 2ª - Sezione schematica lungo la linea P Q.

A - Arenarie variegatae.

B - Zechstein.

bel color rosso-mattone della roccia (grès) che la costituisce e che la fa spiccare in modo straordinario sull'azzurro del mare e del cielo contribuisce ancora a farne un'apparizione veramente insolita, quasi un fantastico palazzo sorgente d'un tratto dalle onde. Aggiungasi il suo completo isolamento, la paurosa violenza delle tempeste che spesso vi infuriano e che a lembo a lembo tendono a demolirla, e non parrà strano che l'isola, oltre ad essere circondata da un'aureola di leggenda, abbia avuto anche, nei tempi più remoti, un carattere sacro (1).

La più antica menzione che si trovi fatta dell'isola — prescindendo da un accenno oscurissimo, di Tacito — sembra sia quella lasciataci

(1) Da ciò pare appunto che l'isola abbia tratto il suo nome (*heiliges Land*). Il SIEBS (cfr. il lavoro citato in appresso) sostiene invece la derivazione dell'antica forma frisone *halk lûn* (« terra alta »). Si danno però anche altre etimologie, ma non sembra che abbiano serio fondamento.



FIG. 3ª - *L'isola principale vista dalla Duna.*



FIG. 4ª - *La costa sud-occidentale.*

Nello sfondo a destra si vede una parte dei muraglioni di difesa.

da Alcuino, amico e consigliere di Carlomagno, il quale narra come San Willibrord, vescovo di Utrecht, sia venuto a Helgoland intorno al 699 d. C. durante un suo viaggio di missione alle isole della Frisia. Helgoland era allora consacrata al dio Fosete ed era perciò conosciuta sotto il nome di « Foseteland ». Sull'autenticità di questa versione però non tutti sono d'accordo.

Adamo da Brema nell'XI secolo, nelle sue vite dei vescovi di Brema e di Amburgo, ci lasciò una descrizione dell'isola che è la più antica che si possenga e costituisce un documento storico importantissimo. Helgoland sembra fosse allora ricca di messi e di armenti (*est enim haec insula feracissima frugum, ditissima volucrum et pecudum nutrix*): le sue dimensioni erano certo maggiori che al presente, ma nell'in-ieme le condizioni non pare fossero fundamentalmente diverse e si trattava sempre di un'isola di non grande estensione. Fin da allora poi essa veniva segnalata come la più singolare fra tutte le isole che si stendono lungo il litorale danese e frisone (*sunt et aliae insulae contra Fresiam et Daniam, sed nulla earum tam memorabilis*).

Nei secoli seguenti Helgoland ebbe vicende complicate e non sempre ben chiarite. A volta a volta covo di pirati o accanitamente disputata dalle città anseatiche, dai Danesi, dallo Schleswig, dall' Holstein-Gottorp, dal Ditmarsch, l'isola cadde finalmente nel 1714 in potere dei Danesi che la tennero per circa un secolo. Nel 1807, all'epoca del blocco continentale, fu occupata, ed in seguito non più restituita, dall'Inghilterra. Infine nel 1890 venne da questa ceduta alla Germania in compenso di larghe concessioni nelle colonie dell'Africa Orientale. Oggi essa fa parte del Regno di Prussia ed è aggregata alla provincia dello Schleswig-Holstein.

La popolazione indigena dell'isola — poco più di duemila abitanti, escludendo i militari e i forestieri — è di origine frisone. La stessa origine ha pure la lingua che essi parlano tra di loro, quantunque tutti sappiano il tedesco. Tale lingua, che diede anche luogo a ricerche filologiche approfondite (1), riesce assolutamente incomprensibile al forestiero: essa si è conservata sino ad ora molto pura e non presenta che scarsissime infiltrazioni di elementi danesi od inglesi; invece

(1) Veggasi al riguardo il lavoro seguente, dal quale pure sono tolte alcune delle notizie qui riprodotte: T. SIEBS, *Helgoland und seine Sprache*, Cuxhaven, Rauschenplat, 1909, un vol. in-16. 320 pag.

offre molta analogia con le lingue della stessa origine parlate nelle isole della Frisia settentrionale, particolarmente con quella di Sylt.

Gli abitanti godettero sempre, fino a questi ultimi anni, di un regime amministrativo e giudiziario speciale. Così essi non furono mai soggetti, in passato, al servizio militare, tranne tutt'al più che in una specie di milizia territoriale per la difesa dell'isola, la quale, del resto, funzionò solo in via affatto transitoria. Una delle clausole dell'atto di cessione dell'Inghilterra alla Germania era appunto che nessuno degli abitanti nati nell'isola sotto il dominio inglese potesse essere costretto a prestar servizio sotto le armi. Tale clausola ha cessato solo da qualche anno di essere in vigore.

La residenza nell'isola era in passato permessa soltanto agli Helgolandesi od a chi avesse sposato una Helgolandese. Malgrado ciò, vi dovettero però essere delle forti immigrazioni dall'estero — come ne fa fede il variabilissimo numero di abitanti nel corso dei tempi (1) — ma gli elementi immigrati dovettero venir rapidamente assorbiti. Sotto il dominio inglese l'isola acquistò anche una certa notorietà pel fatto che vi si poteva contrarre matrimonio senza bisogno di pubblicazioni, ciò che vi attirava numerose coppie desiderose di sfuggire alla pubblicità.

L'istruzione è rigorosamente obbligatoria per tutti fin dal XVIII secolo. Gli abitanti, eccellenti marinai, professano la religione luterana, e vissero sempre in un regime di grande uguaglianza. Essi hanno conservato costumi patriarcali e varie usanze caratteristiche, che però vanno alterandosi rapidamente pel contatto cogli estranei.

L'isola è difatti, già da quasi un secolo, una stazione balneare frequentatissima che va prendendo sempre maggior voga, senza contare che costituisce pure una meta prediletta di escursioni per gli abitanti delle città del continente, particolarmente per quelli di Brema e di Amburgo. Negli ultimi tempi la frequenza annuale dei visitatori superava i trentamila.

Nell'isola non esistono sorgenti. Nell'Unterland e sulla duna vennero bensì scavati alcuni pozzi, ma essendo questi alimentati esclusivamente dalle piogge, nei periodi di siccità forniscono assai poca acqua. Sostanzialmente la dotazione idrica dell'isola è fatta soltanto mediante l'acqua piovana raccolta in apposite cisterne.

I prodotti, se si prescinde dalla pesca, sono pressochè nulli. L'Ober-

(1) Nel 1696 gli abitanti erano appena 960 e nel 1615 ammontavano al massimo a 300.

land è bensì coperto da un sottile strato di terra coltivabile, derivata dalla decomposizione della roccia, ma una parte dell'area è sottratta alla coltivazione per scopi militari. Il rimanente, all'infuori di piccoli campicelli (specialmente di patate) ed orti per uso domestico, è coltivato a prati sui quali trovano pascolo pochi capi di ovini. Per la sua alimentazione l'isola dipende quindi interamente dal continente e la sua maggiore industria è quella del forestiero.

Le abitazioni che compongono il doppio villaggio dell'isola — fatta naturalmente eccezione per gli edifici moderni ad uso di alberghi, di



FIG. 5ª - Una strada nell'Oberland.

caserme e simili — sono piccole costruzioni in mattoni o pietrame, qualche volta in legno, generalmente assai antiche. Nell'Oberland specialmente i lunghi viottoli in rettilineo, fiancheggiati da piccolissime casette, di solito ad un solo piano e precedute ciascuna da un microscopico giardino, presentano un aspetto del tutto caratteristico (fig. 5).

L'approdo all'isola si fa mediante barche a motore, le grosse navi dovendo ancorarsi ad una certa distanza, a nord e a sud della soglia che congiunge l'isola principale alla duna. Attorno all'angolo meridionale venne però costruito in questi ultimi anni un grande porto, destinato a scopi militari.

L'isola si presenta come assai interessante anche dal punto di vista biologico, così per quanto concerne le piante come per gli animali; ma su ciò non è qui il caso di diffonderci maggiormente. Basti solo ac-

cennare come essa costituisca un punto di sosta opportunissimo per gli uccelli migratori, oltre 300 specie dei quali vi passano in primavera ed in autunno. Alcune rupi della costa sud-occidentale presso l'estremità nord, sono poi occupate in estate da schiamazzanti colonie di uccelli marini del genere *Uria* (ted. *Lummen*), che vengono a farvi la covata e lasciano come traccia del loro passaggio un bianco strato di guano, offrendo uno spettacolo che è ben raro poter godere in Europa a latitudini così basse (fig. 6).

L'isola possiede pure un importante Istituto di biologia marina, che si dedica con particolare cura allo studio della fauna del Mare del Nord. Ad esso è anche annessa una stazione meteorologica.

Il clima, come è da aspettarsi, ha carattere spiccatamente oceanico. La temperatura media annua è di 8°,6 C.; quella del mese più freddo

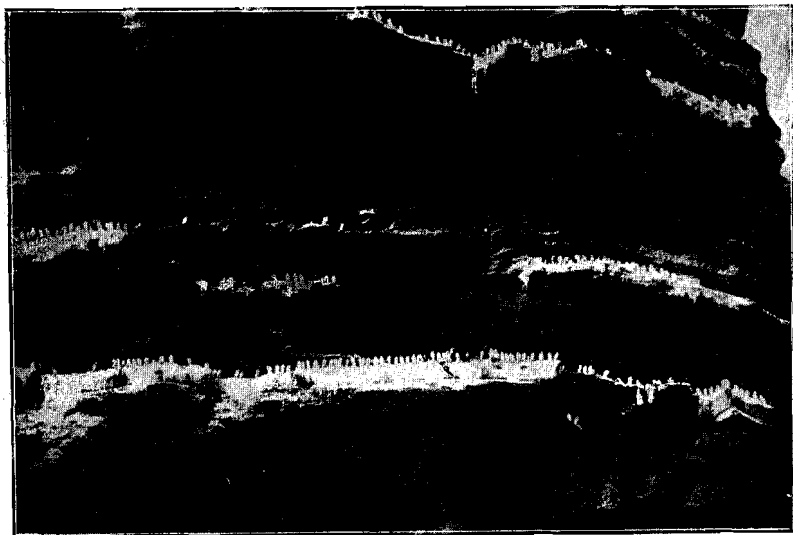


FIG. 6ª - Colonie di uccelli marini sulle rupi del lato S. W. dell'isola.

(febbraio) di 1°,5 e quella del mese più caldo (agosto) di 19° 5, con un'escursione annua di 18°. Le temperature estreme osservate sono di —10° 6 e di 31° 6, con una differenza di 42° 2. Nessun'altra località dell'Europa centrale ha un clima così uniforme.

La precipitazione annuale vi oltrepassa di poco i 700 mm., ripartiti in circa 200 giorni. La pioggia si distribuisce con una certa uniformità lungo tutto il corso dell'anno, però con sensibile prevalenza in

autunno e in inverno. La neve è rarissima ed anche d'inverno la temperatura è di solito assai mite. I venti spirano in tutte le direzioni, ma i più violenti sono sempre quelli di ovest.

La marea vi è assai sensibile e raggiunge dislivelli massimi di 5 metri.

La bandiera di Helgoland comprende i colori bianco, rosso e verde, in tre strisce sovrapposte una all'altra nell'ordine indicato. Una vecchia canzone popolare ne spiega l'origine dai colori della sabbia, della roccia e della terra coltivata.

CONDIZIONI GEOLOGICHE. — Il grès rosso che costituisce le rupi di Helgoland è disteso in strati molti regolari aventi un'inclinazione di 17° a 21° da WSW verso ENE. Esso appartiene in realtà a due varietà distinte, per quanto aventi tra loro grandissima affinità.

Gli strati inferiori, costituenti propriamente lo zoccolo dell'isola, sono di un colore rossiccio tendente al bruno e sono intramezzati da sottili strati di sabbia biancastra. Tale formazione, detta *Zechstein*, si continua anche a grande profondità sotto al livello del mare. Essa appartiene alla fine dell'epoca primaria.

Gli strati superiori invece, che formano la porzione più considerevole della parte emersa, tendono piuttosto al color carne e sono frammistiti a straterelli di color verde chiaro, donde il nome di *Buntsandstein* (arenaria variegata) dato alla roccia. Trattasi qui di una formazione triasica che si incontra anche sul continente, come del resto avviene pure per la precedente.

Tanto il *Buntsandstein* quanto lo *Zechstein* hanno un peso specifico di circa 2,28, alquanto variabile da luogo a luogo. La resistenza allo schiacciamento del primo è di 300 kg.-cmq.; quella del secondo tra 695 e 490 kg.-cmq. La resistenza alla trazione è per entrambi di soli 5 kg.-cmq. L'analisi chimica rivela che tali rocce sono composte di silicati, cementati assieme da carbonato di calcio nella proporzione di $12 \div 14$ %.

La superficie dell'Oberland è poi coperta da uno strato di poco più di un metro di terra vegetale ed ha un leggero pendio regolarissimo verso NE (circa 3° . Veggasi anche la sezione della fig. 2^a). Le isoipse vi corrono press'a poco parallelamente al lato sud-occidentale.

Mancano del tutto nell'isola le formazioni terziarie. Invece l'epoca glaciale vi lasciò le sue tracce sotto forma di blocchi erratici.

Vennero pure rinvenuti resti umani (ossa, armi, ornamenti), sia dell'età della pietra sia dell'età del bronzo. I manufatti presentano grande analogia con quelli contemporanei trovati nelle regioni prossime

del continente. Ciò prova che Helgoland era abitata fin dai tempi preistorici non solo, ma che fin da allora manteneva costanti relazioni colla terraferma.

Un altro fatto importante da rilevare è che l'isola è circondata da tre terrazzi sottomarini, situati il primo poco al disotto dell'attuale livello della bassa marea, il secondo verso i 10 m. di profondità, ed il terzo fra i 16 ed i 20 m.

Questi tre terrazzi stanno a far testimonianza di due successive immersioni subite dall'isola. All'epoca glaciale la linea di costa corrispondeva press'a poco all'orlo del terrazzo inferiore. L'isola era allora ancora congiunta al continente e formava un vasto promontorio protendentesi per lungo tratto nell'estuario dell'Elba. Anche oggi i fondali fra Helgoland e la costa occidentale dello Schleswig-Holstein non superano i 16 m.

Avvenuta la prima immersione l'isola fu effettivamente separata dalla terraferma. Essa aveva allora, naturalmente, dimensioni enormemente maggiori delle attuali. Sopraggiunse poi la seconda immersione, quando già probabilmente l'uomo esisteva nell'isola. Questa venne così ad assumere l'estensione delimitata dall'orlo del terrazzo superiore e fu a poco a poco ridotta alla forma ed alle dimensioni attuali sotto l'azione dell'erosione. Siccome il terrazzo occupa un'area di circa 200 ettari, si può così avere un'idea dell'intensità del lavoro d'erosione durante quest'ultimo capitolo della sua storia geologica, che dura verosimilmente da almeno una decina di millenni.

Questa seconda immersione fu ugualmente sentita lungo tutta la costa germanica, come pure in Inghilterra e in Scozia.

VOLUMETRIA. — Il lavoro, già citato, del Brohm contiene fra l'altro una bella carta di Helgoland alla scala di 1:4350, colle isoipse tracciate sulla superficie dell'Oberland di metro in metro (1).

Ignorando se un tal lavoro sia già stato fatto, mi parve opportuno di trar profitto della carta suddetta per fare un breve calcolo volumetrico dell'isola, ciò che consente di metterne meglio in rilievo le particolarità morfometriche veramente singolari.

Limitai naturalmente la ricerca alla sola isola principale, anzi al solo blocco roccioso che forma l'Oberland. Vennero misurate col planimetro, colle debite cautele, le aree racchiuse dal ciglio superiore e dal

(1) Questa carta venne rilevata dal Wenzel nell'inverno 1903-04, come si dirà in appresso.

piede della muraglia di roccia, seguendo tutto il contorno della costa quale era nelle condizioni naturali, cioè prescindendo dai lavori di difesa dei quali si dirà in seguito, e tralasciando di tener conto degli scogli isolati, già staccati dal corpo principale dell'isola. Si misurarono pure le aree racchiuse sulla superficie dell'Oberland dalle isoipse di 5 in 5 metri, facendo l'ipotesi che dalla parte del dirupo esse coincidano col

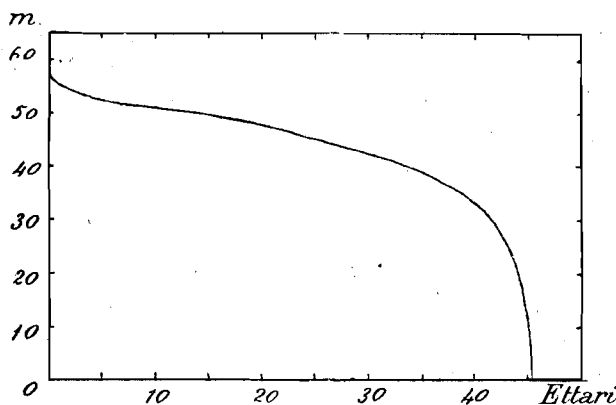


FIG. 7^a - Curva ipsografica.

ciglio dello stesso, non essendo praticamente possibile tracciarle distinte lungo il dirupo stesso.

È da avvertire che le quote della carta si intendono riferite al livello della bassa marea. I punti più alto e più basso dell'Oberland non vi sono esplicitamente quotati, ma appaiono dover essere rispettivamente circa 57 m. (poco a SE del Nordhorn) e 32 m. (all'angolo NE dell'Oberland) (1).

(1) Un errore anche di un metro o due in queste quote non sposterebbe del resto che in modo del tutto insignificante i risultati ottenuti. Riporto intanto qui, per semplice documento, i valori da me ricavati, avvertendo che si presentano talora alcune piccole difficoltà nell'interpretazione della carta, che però ben poco possono influire sull'approssimazione raggiunta:

Area alla base della muraglia rocciosa	ettari	45,52
» al ciglio superiore del dirupo	»	41,01
» sopra ai 35 m.	»	38,64
» » 40 »	»	33,79
» » 45 »	»	25,79
» » 50 »	»	14,49
» » 55 »	»	0,86

In base a questi dati si potè calcolare, con approssimazione che ritengo sufficiente, il volume dell'isola. Esso risulta di *mc.* 19.780.000, circa.

Ne consegue un'altezza media di *m.* 43,4 (1).

Il rapporto tra l'altezza media e la massima (assunta in 57 m.) raggiunge il valore, elevatissimo, di 0,76.

La curva ipsografica (ascisse = aree; ordinate = altezze) presenta un andamento spiccatamente convesso (fig. 7) del tutto insolito in tale genere di curve e che è perciò particolarmente interessante da ri-

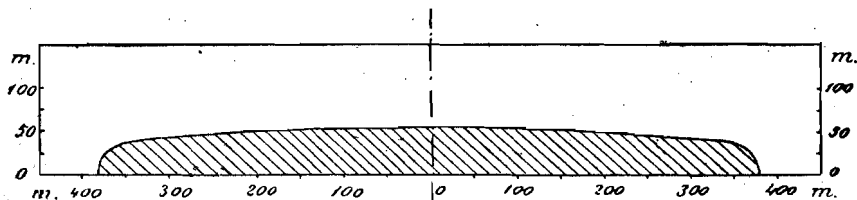


FIG. 8^a - Profilo oro-clivografico.

levare. Esso dipende, com'è ovvio, dalla forma tabulare veramente tipica, dell'isola: forma della quale credo sia raro trovare altrove esempi così perfetti.

Tale forma appare in modo ancor più espressivo trasformando la curva in un'altra che ho chiamato altrove *profilo oro-clivografico* (fig. 8), nella quale le ascisse sono proporzionali ai raggi dei cerchi aventi le stesse aree misurate alle varie altezze: le quali altezze figurano al solito come ordinate. Il profilo rappresenta dunque la sezione meridiana d'un solido di rivoluzione avente tutte le caratteristiche morfometriche state rilevate nell'isola, come se la massa di questa, senza perdere nessuna delle sue particolarità, fosse soltanto stata ridotta ad assumere forma regolare.

L'EROSIONE. — Nel ciclo d'erosione del litorale le coste di Helgoland sembrano aver raggiunto una fase di maturità abbastanza avanzata, come ne fanno fede l'esistenza della terrazza costiera di cui

(1) Il BROHM (op. cit., pag. 46) dà incidentalmente come altezza media dell'isola il valore di *m.* 47,5. Ignoro come sia stato ottenuto questo dato e non posso perciò metterlo a confronto col mio, ma riterrei che esso debba probabilmente rappresentare solo una larghissima approssimazione, e forse riferirsi soltanto alla piattaforma dell'Oberland.

già si fece parola, come pure l'aspetto dirupato e quasi sempre a picco della muraglia rocciosa. La formazione di tale muraglia è del resto favorita, com'è noto, dal fatto di essere gli strati quasi orizzontali e la roccia di resistenza pressochè uniforme.

Anche oggi però i fenomeni di erosione si manifestano con intensità veramente notevole e sono particolarmente interessanti da osservare perchè il procedimento può, per così dire, essere colto sul vivo in tutte le sue fasi.

Consideriamo dapprima la costa sud-occidentale, che è la più esposta alle tempeste, spesso violentissime, provenienti dall'ovest.

L'azione dinamica delle onde (1) intacca con grande energia il

(1) È interessante osservare a questo proposito che in questi ultimi anni, a cura del Cantiere Imperiale di Wilhelmshafen, vennero eseguiti lungo la costa sud-occidentale di Helgoland dei rilievi di onde col metodo stereogrammetrico, usando il foto-teodolite stazionario di Zeiss. Tale nuovissimo metodo di ricerca, che è già fecondo di risultati nelle più svariate applicazioni, dà risultati veramente splendidi, alcuni dei quali furono esposti alla Mostra delle Arti grafiche di Lipsia (1914). Lo stato di fatto delle onde in un dato istante viene rappresentato mediante un rilievo a curve di livello, come se si trattasse di terreno solido. Potei averé visione di due di tali rilievi grazie alla cortesia del Direttore del R. Istituto Idrografico, Comandante (ora Ammiraglio) M. Giavotto, e do qui appresso, per l'interesse che presentano, gli elementi delle onde osservate in tali circostanze:

Data	24 nov. 1910	24 febr. 1911
Direzione del vento .	W	WNW
Velocità del vento . .	11 ÷ 12 m. al sec.	17 ÷ 20 m. al sec.
Velocità delle onde . .	7 ÷ 7,5 m. al sec.	10 ÷ 12,5 m. al sec.
Altezza delle onde . .	3 ÷ 4 m.	4 ÷ 5 m.
Lunghezza delle onde	—	100 ÷ 140 m.

Gioverà ricordare, per confronto, che le massime altezze di onde osservate in pieno Atlantico durante tempeste di eccezionale intensità sono al massimo di una dozzina di metri, ma che i casi in cui l'altezza supera i 6 ÷ 7 metri sono rarissimi, questa essendo in generale assai minore. Onde di quattro o cinque metri come quelle ricordate più sopra esercitano già un'azione meccanica ingentissima. Ma occorre avvertire che siccome le osservazioni si riferiscono solo a questi ultimi anni, tali dati sono ben lungi dal rappresentare la massima intensità delle mareggiate che hanno luogo ad Helgoland. Così ad es., nella violentissima tempesta che l'isola ebbe a subire il 3 marzo 1906, quando già era costruita una parte delle opere di difesa di cui diremo in appresso, la velocità del vento superò i 30 metri.

piede della muraglia rocciosa e vi scava a poco a poco delle grotte che vanno man mano approfondendosi ed ingrandendosi, finchè un bel giorno il tetto della grotta sprofonda, il mare asporta i detriti e l'isola perde così un altro lembo del suo territorio. È in sostanza il solito procedimento d'erosione che si verifica lungo le coste dirupate. Tale procedimento è poi anche facilitato dall'azione degli agenti atmosferici, come vedremo, e dal fatto che la roccia non presenta che una resistenza minima agli sforzi di trazione.

Nei punti in cui la roccia è più resistente l'erosione procede in modo assai più lento che nelle parti vicine. Tali punti di maggior resistenza vengono così a formare a poco a poco dei promontori o speroni (detti localmente *Hörns*) sporgenti per un certo tratto in mare in direzione normale alla costa. Quando i promontori sono abbastanza vicini fra di loro come è frequente il caso, risultano fra l'uno e l'altro delle profonde insenature, chiamate *Slapps*. Quando poi l'erosione intacca più rapidamente i lati di questi *Hörns* che non l'estremità, la base dello sperone finisce col venire perforata, dando luogo ad un arco naturale

(*Gatt*). In progresso di tempo la volta dell'arco va man mano assottigliandosi, finchè viene il giorno in cui frana e non rimane più che uno scoglio (*Stack*, *Hengst* o *Mönch*), generalmente a forma di pilastro, separato dal corpo principale dell'isola e che resiste ancora per lunghissimo tempo all'azione delle onde prima di scomparire a sua volta.

Lungo tutta la costa sud-occidentale si possono osservare frequentissimi esempi di queste varie forme di erosione (fig. 9).



FIG. 9ª - Forme di erosione lungo la costa

L'erosione meteorica sovrappone i suoi effetti a quelli dell'erosione marina e ne facilita l'azione, pur avendo di per sè sola un'intensità di gran lunga minore di quella. Sotto l'azione degli agenti atmosferici il carbonato di calce della roccia si trasforma in bicarbonato solubile, che viene disciolto ed asportato dalle acque piovane. La roccia perde così gran parte della sua consistenza, cosicchè da un lato essa si lascia molto più facilmente disgregare dall'azione delle onde, mentre dall'altro la muraglia rocciosa, specialmente al suo ciglio superiore, è soggetta a piccoli franamenti frequentissimi. Il materiale franato, invece di accumularsi al piede del dirupo, dove formerebbe un'efficace protezione, viene rapidamente allontanato per effetto delle onde e delle correnti di marea e va così irrimediabilmente perduto. Solo in questi ultimi anni si è provveduto artificialmente a trattenerlo, come vedremo.

Lungo la costa NE il processo d'erosione è assai più lento, essendo tale lato più al riparo dalle mareggiate. La costa difatti ha un profilo regolarissimo e quasi rettilineo e vi mancano quelle numerose accidentalità che rendono così variato il profilo della costa SW. Invece da questa parte si fa sentire più intensa l'azione delle correnti di marea, specialmente verso l'estremità NW. Tale azione è anche accresciuta dal fatto che gli strati, come sappiamo, hanno da questa parte una certa pendenza verso il mare: i franamenti vi sono perciò più frequenti ed i detriti, trasportati dalle correnti, agiscono energicamente per limare il piede della muraglia rocciosa, che difatti in molti punti è addirittura a strapiombo.

Quanto alla costa orientale, l'erosione marina vi è esclusa per la presenza dell'Unterland. Tale lato del dirupo subisce quindi soltanto l'erosione meteorica, che non vi produce effetti molto ingenti, onde esso può considerarsi come soggetto a variazioni insignificanti.

Del resto la forma stessa, a triangolo allungato, dell'isola non è certo casuale, ma rappresenta il risultato delle varie azioni che operano su di essa e che l'hanno foggiate in modo da farle presentare la minima resistenza.

La grandiosità dei fenomeni d'erosione per cui Helgoland va a lembo a lembo diminuendo di estensione ha, naturalmente, colpito da lungo tempo la fantasia popolare. È così che si sono venute intessendo intorno all'isola numerose leggende che parlano della sua rapidissima distruzione per opera del mare e della sua antica floridezza su di una estensione di gran lunga maggiore dell'attuale (1). Secondo alcune di esse

(1) Fra le altre, all'isola si connette pure la leggenda di Sant'Orsola

Helgoland avrebbe avuto in passato 7 oppure 9 parrocchie; secondo altre al tempo di Carlomagno vi sarebbero stati fin 38 villaggi.

È quindi di sommo interesse avere dei dati precisi, inoppugnabili, intorno alla diminuzione di estensione dell'isola per vedere quale conferma ricevano tali leggende al lume dei fatti e con quale velocità — se così si può dire — proceda il lavoro d'erosione.

Il miglior metodo per raggiungere questo intento consiste evidentemente nel paragonare tra di loro delle carte rilevate in epoche diverse. Possiamo dapprima prendere in esame le tre carte seguenti, tutte di epoca abbastanza recente e che meritano piena fiducia:

1. un rilievo eseguito dal Wiebel nel 1844-45,
2. il rilievo catastale del 1892,
3. un rilievo eseguito dal Wenzel nell'inverno 1903-04 — e di poi tenuto al corrente — allo scopo precipuo di tenere appunto conto preciso dei progressi dell'erosione.

Mettendo a confronto il rilievo catastale del 1892 colla carta del Wenzel aggiornata fino al 1906 risulta in modo preciso che nell'intervallo di 14 anni intercorso fra i due rilievi l'Oberland subì una diminuzione di estensione di 1469 mq., cioè in media 105 mq. all'anno. È questo un primo dato rigorosamente stabilito, su cui si può fare sicuro assegnamento.

Meno agevole si presenta invece il paragone tra il rilievo catastale e la carta più antica del Wiebel, specialmente perchè non sappiamo se i criteri che hanno presieduto all'esecuzione dei due rilievi — in particolare per quanto riguarda la determinazione dei confini dell'Oberland — siano stati esattamente gli stessi. Se, nel dubbio, si prende il massimo, risulterebbe che tra il 1845 ed il 1892 la diminuzione di estensione fu al più di 200 mq. all'anno in media. La differenza fra questo dato e quello riferito più sopra relativo a questi ultimi anni è considerevole, ma occorre ripetere che si tratta di una valutazione piuttosto in eccesso e che il valore vero è probabilmente alquanto al disotto. Inoltre potrebbe anche essere che nel periodo 1845-92 si siano avute perdite più considerevoli che nel periodo seguente. In ogni modo, anche accettando i 200 mq. all'anno, ciò che corrisponderebbe a due ettari per secolo, vediamo che si tratta sempre di perdite ingenti sì, ma non tali da giustificare le leggende di una grandissima estensione dell'isola in tempi storicamente non molto lontani.

e delle undicimila Vergini. L'antica isola si sarebbe per la massima parte inabissata in mare, lasciando superstite soltanto lo scoglio attuale.

È anche interessante rilevare che le maggiori perdite si sono avute, com'era facilmente prevedibile, lungo tutto il lato sud-occidentale e verso l'estremità NW del lato nord-orientale.

Anteriormente al rilievo del Wiebel si possiede una ricca serie di carte di Helgoland, dal secolo XVII in poi, ma nessuna di esse ha caratteri di esattezza tali da permettere un confronto rigoroso con carte posteriori, in modo da dare un criterio *quantitativo* preciso della diminuzione di estensione subita dall'isola. Conviene quindi rinunciare ad avere dati sicuri per epoche piuttosto antiche, ma possiamo osservare che una gran parte delle particolarità della costa che si osservano oggi (scogli isolati, punte di roccia, ecc.) si possono rintracciare sotto varia forma in tutta la serie delle carte, fino a secoli fa; mentre altre particolarità segnate sulle carte sono scomparse soltanto in epoca recentissima. Tutto questo conferma l'idea che la distruzione dell'isola avvenga in misura non rapidissima, idea che trova pure il suo appoggio nelle considerazioni geologiche precedentemente accennate.

Resterebbe ora da dire qualche parola relativamente all'Unterland ed alla duna, sui quali naturalmente l'azione del mare si esplica in modo del tutto diverso.

Ambedue sono soggetti a variazioni assai sensibili a seguito di ogni mareggiata. L'Unterland subisce in complesso un processo d'erosione dalla parte del Walhorn ed un interrimento dalla parte del Südhorn. Anche la duna è assai variabile, specialmente il lungo cordone che la termina a SE. Può anzi recar meraviglia il fatto che un isolotto costituito di materiali così incoerenti possa resistere attraverso ai secoli senza venire interamente distrutto dal mare. La cosa si spiega riflettendo che pel gioco delle correnti di marea la duna viene a trovarsi come in mezzo ad un cerchio, per cui ciò che viene distrutto viene anche continuamente ricostruito. Soltanto le più forti tempeste cagionano delle perdite che in seguito non vengono più compensate. Di fatto, scorrendo le varie valutazioni delle dimensioni della duna, dalla metà del secolo XVIII ad oggi, si scorge che esse accennano ad una diminuzione avvenuta in modo irregolarissimo, ma estremamente considerevole, assai più considerevole che la perdita subita dall'isola principale.

In passato la duna aveva verso la sua estremità NW delle grandi rupi calcaree (*Wittekliff*), ora completamente scomparse, anche in parte per opera dell'uomo che ne estraeva materiali da costruzione. Inoltre essa era congiunta all'Unterland da un ristretto argine di sabbia e ciottoli (*Wal*), argine che andò distrutto nel 1721 per dar luogo al-

l'attuale soglia. Sia del Wal che della Wittekliff si posseggono parecchie rappresentazioni nelle carte più antiche.

LE OPERE DI DIFESA CONTRO L'EROSIONE. — Quantunque le perdite subite dall'isola per effetto dell'erosione non abbiano la gravità che la tradizione popolare suole attribuire loro, pure esse sono abbastanza sensibili perchè, volendo conservare l'isola nelle sue condizioni attuali, si sia dovuto pensare a provvederla di opportune opere destinate ad ostacolare il progresso dell'erosione.

Tali opere vennero iniziate dal Governo tedesco nel 1903, dopo lunghe discussioni per stabilire quale dicastero dovesse sopportarne le spese. Per prima cosa l'isola venne trattata come farebbe un dentista con un dente cariato. Si provvide cioè ad otturare tutte le grotte scavate dal mare al piede del dirupo ed a sottomurare le parti di roccia rimaste sporgenti. Le cavità, dopo averle ripulite dai detriti, vennero riempite con muratura a secco, intramezzata quando a quando da spessi muraglioni di calcestruzzo per sostenere la volta; l'apertura poi venne pure otturata con un altro tampone di calcestruzzo, rivestito esternamente con un paramento di blocchi di granito.

Con tale lavoro veniva allontanato il pericolo immediato di franamenti gravi, ma occorreva provvedere a che l'azione del mare non ricominciasse a farsi sentire in altri punti. Si stabilì perciò di proteggere tutto il lato sud-ovest dell'isola, che è il più esposto, mediante una specie di molo o diga, destinato anzitutto ad impedire che le onde andassero a battere direttamente contro il piede del dirupo.

Tale muraglione venne eseguito a diverse riprese, un po' ogni anno, traendo il miglior profitto possibile delle circostanze locali, appoggiandolo cioè agli scogli isolati ancora esistenti ed alle estremità degli *Hörns* in modo che in generale tra esso ed il piede del dirupo rimane un intervallo di poche decine di metri.

Tale opera, veramente grandiosa, era quando la vidi pressochè compiuta. La sua lunghezza totale è di circa un chilometro ed il costo preventivato di due milioni e mezzo di marchi. Dopo alcune esperienze al riguardo, venne adottato il profilo rappresentato dallo schizzo della fig. 10, che sembra abbia dato eccellenti risultati. Il muro è di calcestruzzo e raggiunge un'altezza di un metro al disopra del massimo livello dell'alta marea. Fino ad una certa altezza esso è poi rivestito esternamente con grossi blocchi di granito. L'andamento ricurvo che esso presenta alla base per meglio smorzare l'urto delle onde venne pure riprodotto nella muratura eseguita per otturare le aperture delle cavità.

Le fondazioni sono fatte nella roccia in sito, generalmente a secco a bassa marea, ma solo per brevissimo tempo, ciò che accrebbe grandemente le difficoltà già gravi della costruzione.

Oltre che resistere all'azione dinamica delle onde, i muraglioni sono destinati anche a sopportare eventualmente la pressione idrostatica dell'acqua che le forti mareggiate possono accumulare nello spazio che intercede tra essi ed il dirupo, come pure l'urto, spesso ingentissimo, dei materiali che vanno franando da quest'ultimo. In tal modo si ottiene in pari tempo il risultato prezioso di impedire la di-

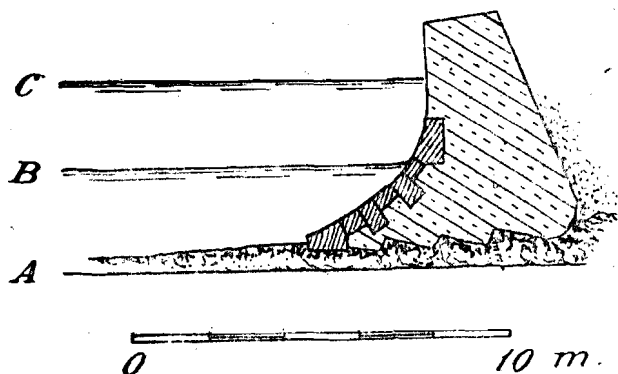


FIG. 10* - Profilo di opere di difesa.

A - Livello della bassa marea (m. 0,00).

B - Livello ordinario dell'alta marea (m. 2,80).

C - Livello massimo dell'alta marea (m. 5,00).

spersione di tali materiali, i quali anzi vengono a costituire un'eccellente protezione al piede della muraglia rocciosa.

Posto così riparo all'erosione marina, occorre pure provvedere ad ostacolare per quanto possibile anche l'erosione meteorica. Il ricoprire con apposita protezione la parete del dirupo è opera che incontra difficoltà tecniche ed economiche tali da scoraggiare chiunque: d'altronde l'erosione lungo tale parete è così piccola che non ne varrebbe la pena. Piuttosto si provvede ad allontanare al più presto possibile le acque piovane per diminuire la loro azione disgregante sulla roccia. L'eccesso di tali acque che cade sulla superficie dell'Oberland viene incanalato e versato in mare mediante appositi tubi che corrono lungo il dirupo del lato nord-orientale. Quando si fa in barca il giro dell'isola par di vedere i tubi di fronda di un gigantesco edificio.

Inoltre lungo tutto il ciglio superiore del lato SW del dirupo venne costruito un ammattonato largo parecchi metri che ha per ufficio essenziale di impedire la penetrazione dell'acqua nel suolo e diminuire così i franamenti. Esso serve in parti tempo da marciapiede, protetto da una ringhiera che corre lungo tutto il ciglio. Malgrado ciò però dei piccoli franamenti hanno luogo egualmente: percorrendo tale strada si osservano qua e là delle screpolature nell'ammattionato ed ogni tanto la ringhiera deve venire spostata un po' all'indietro.

A riguardo del lato NE dell'isola non si presero finora misure speciali di protezione. È in progetto un grande molo che partendo dal Nordhorn correrebbe per un certo tratto in direzione NE, normalmente all'asse longitudinale dell'isola e formerebbe un'efficace protezione sia per il lato nord-orientale, sia anche per la duna. Si era pure parlato di costituire al piede del dirupo lungo il lato suddetto una spiaggia artificiale, che avrebbe potuto venir adibita a diversi scopi.

Ignoro, naturalmente, quali cambiamenti possano aver avuto luogo ad Helgoland dopo l'inizio della guerra. Nei primi giorni di questa si seppe solo, dai giornali, che tutta la popolazione borghese era stata in fretta allontanata e l'isola rimasta in potere dell'Autorità militare.

Recentemente sui giornali inglesi venne affacciata con insistenza la proposta — forse non priva di qualche ingenuità — che dopo la guerra l'isola debba venir completamente distrutta facendola saltare in aria con esplosivi. Mi sia permesso esprimere l'augurio che essa possa invece, in ogni caso, venir conservata alle ricerche degli studiosi ed all'ammirazione di quanti hanno a cuore le bellezze della Natura.
