

Het Pisco-bekken in Peru

Een expeditie naar de mariene reuzen uit het Mioceen en Pliocene

door Henk Pieter Sterk
Student Earth Sciences, Universiteit van Amsterdam
Faculteit Natuurwetenschappen, Wiskunde en Informatica
hpsterk@xs4all.nl

Als masterstudent van de studie Earth Sciences is het van belang dat je naast de theorie in de boeken en het uitwerken van data in een digitale omgeving, ook het veld ingaat voor onderzoek. Tijdens de opleiding Earth Sciences aan de Universiteit van Amsterdam kregen wij de mogelijkheid om in de zomer van 2014 af te reizen naar de Cordillera Blanca, een bergketen in het Peruaanse deel van het Andes. Deze reis was opgezet door Dr. Erik Cammeraat voor het vak Field Course Geocological Systems en wordt iedere twee jaar georganiseerd. Dit om steeds een groter gebied te bestrijken of meer gedetailleerde gegevens te vinden voor academisch gebruik, maar ook voor gebruik door de lokale bevolking om meer inzicht te krijgen in de eigen leefomgeving.

Het veldwerk nabij de stad Huaraz, in het middenwesten van Peru, bestond uit het inventariseren en karteren van landvormen, bodems en geologische eenheden. Ook hebben we de ecologische en hydrologische eigenschappen van het door gletsjers ingesneden gebied onderzocht.

Woestijnreis

Na de veldwerkperiode vervolgden we onze reis, buiten het curriculum om, naar het zuidwesten van Peru, onder andere naar de woestijn van Ocucaje tussen Ica en Nazca. Daar heeft Roberto Penny Cabrera (een voormalig marineofficier en Peruaanse patriot) mij samen met mijn studiegenoot Maarten Bresjer door de immense woestijn van Peru geleid (afb. 1).



Afb. 1. Roberto Penny Cabrera legt 's ochtends vroeg uit waar we de vulkanische sequenties (zwarte gesteenten in de achtergrond) kunnen vinden tussen het verweerde materiaal van de Chilcatay en Pisco Formaties.

Het gebied van de woestijn Sechura staat vooral bekend om zijn grote hoeveelheid fossielen van onder andere walvissen en haaiantanden. Met een aangepaste oude Nissan Patrol baanden we ons een weg door het mulle zand. Door zijn jarenlange



Afb. 2. De unieke tent op een afgelegen plek met de opening naar het noordoosten om zon en wind zoveel mogelijk buiten te houden. Samen met de aangepaste Nissan Patrol en genoeg rantsoen voor bijna een week een prima uitrusting om op expeditie te gaan.

ervaring in deze woestijn heeft Roberto een vaste plek gevonden waar zijn zelf gefabriceerde, halfopen tent opgezet kan worden zonder dat er gedurende ons driedaagse verblijf zand in kon waaien. Vanuit deze plek konden we elke dag een groot stuk van de woestijn bereiken, om zoveel mogelijk te kunnen zien en ontdekken (afb. 2).

Een grote droom voor mij als amateurpaleontoloog is het vinden van een *Carcharodon megalodon*-tand. De kans om dit fossiel in deze woestijn te vinden was volgens onze enthousiaste gids zeker aanwezig, maar in de praktijk bleek een beetje geluk wel noodzakelijk te zijn. De ervaringen tijdens deze driedaagse tocht door de woestijn zijn de inspiratie geweest voor het schrijven van dit reisverslag.

Stratigrafische legpuzzel

De Sechura-woestijn in Peru, ook wel de Noordelijke Atacama-woestijn genoemd, is wellicht de belangrijkste woestijn van Zuid-Amerika, in ieder geval voor paleontologen. De droge landschappen staan in groot contrast met de rest van Peru, dat in het oosten grotendeels bedekt wordt door tropische regenwouden. De aride omstandigheden, een resultaat van het klimaat dat grotendeels geregeld wordt door de oceanische Humboldt-golfstroom, zijn vergelijkbaar met andere woestijnen. Doorgaans valt er zeer weinig regen en temperaturen kunnen overdag boven de 40 graden Celsius uitkomen.

Het gedeelte van de woestijn dat onze gids Roberto liet zien is onderdeel van het middelste gedeelte van het Pisco-bekken en bestaat uit een zeer divers landschap met meerdere geologische eenheden.

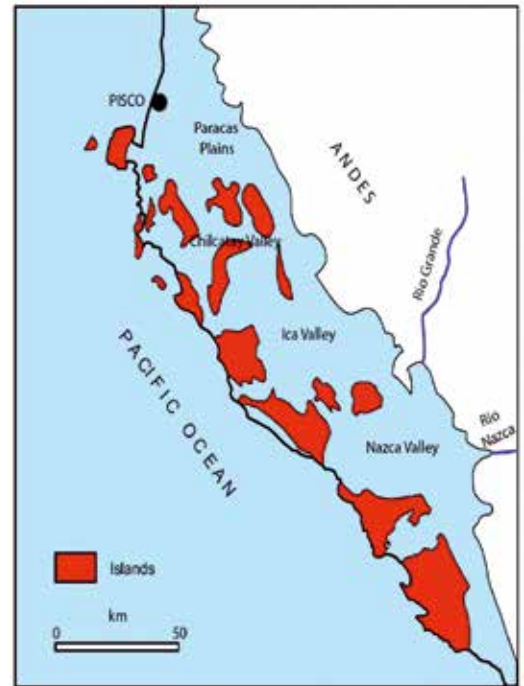
Zodra we de enige verharde weg van Ica naar Nazca hadden verlaten, zag je in de wijde omgeving geen enkel teken van leven meer. Als aardwetenschappers keken we onze ogen uit. Afgezien van de reliëfrijke, pre-Meso-zoïsche vulkanische en metamorfe gesteenten bestaat het landschap uit een opeenvolging van verschillende jongere formaties. Pas zeer recent is er over de ouderdom en opeenvolging van



Afb. 3. Zelfs in dit aride gebied komt nog water voor, soms te vinden in efemere rivieren die alleen in het natte seizoen water afvoeren zoals hier in de Quebrada de Gramonal (locatie: 14°45'40"S 75°30'47"W). De opeenvolging van silt- en zandsteenlagen van vooral de Chilcatay en Paracas Formaties zijn goed te zien. De cañon is een paar honderd meter lang en ongeveer 30 meter diep.

de formaties een consensus bereikt (afb. 4). Van oud naar jong worden in het veld de volgende eenheden onderscheiden: de Otuma Formatie, de Chilcatay Formatie, de Pisco Formatie en ten slotte de Cañete Formatie. De Chilcatay en Pisco Formaties zijn vanuit de paleontologische wetenschap erg interessant. Beide zijn gevormd ten tijde van het Laat-Oligoceen tot het Vroeg-Pliocene (28,1 Ma tot 3,6 Ma) en bestaan uit een opeenvolging van fijner wordend materiaal. Na een paar minuten rijden door de grote zandbak zat het stof overal. De zand- en siltsteensequenties vormen de basis van de formaties die worden afgedekt door tientallen meters diatomeerijke siltsteen met afwisselend tuf- en sulfaatlagen.

Onze tent stond op een helling niet ver van een prachtig uitgesleten dal, dat de opeenvolging van de lagen uit het Neogeen nog steeds goed laat zien (afb. 3). Deze opeenvolging van afzettingen, in combinatie met de vele mariene fossielen in deze eenheden, heeft geleid tot de hypothese dat het bekken sinds het Midden-Eoceen meerdere transgressieperiodes heeft gekend. Tijdens de laatste transgressiestadia, die kunnen worden afgeleid uit de Pisco Formatie, zijn grote hoeveelheden diatomeerijke siltsteen in een relatief ondiepe zee (minder dan 200 meter diep) afgezet (afb. 5). De habitatvoorkeuren van deze afzettingen zijn gevonden, zoals *Thalassionema nitzschioides*, *Delphineis* sp.1 en *Paralia sulcata*, doen vermoeden dat dit ondiepe kustgebied de afgelopen 40 miljoen

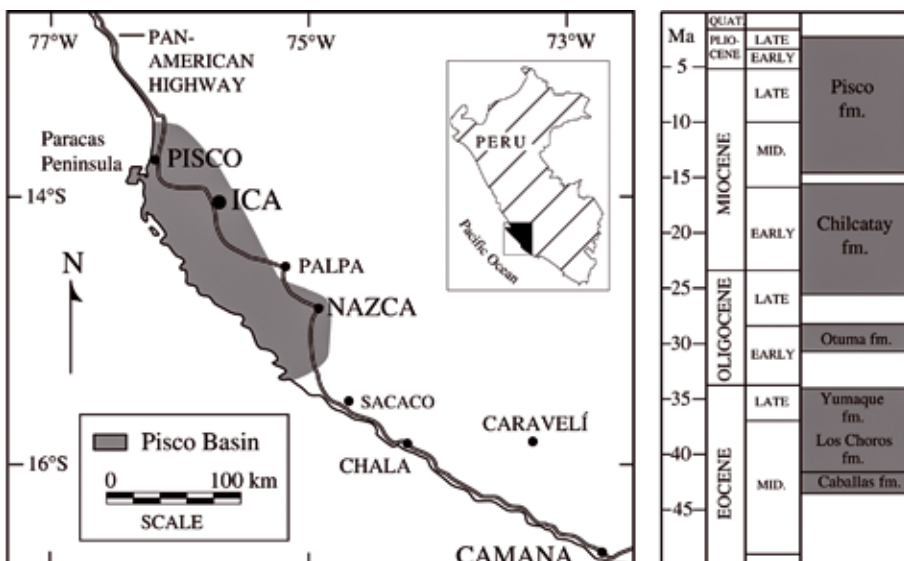


Afb. 5. Het Pisco-bekken gedurende het Mioceen en Pliocene. De pre-Mesozoïsche vulkanische gesteenten (gebieden in het rood) beschermden de ondiepere kustregio's waar diatomeeën dikke afzettingen konden vormen (Esperante, 2002).

jaar ook opwelling van dieper, nutriëntrijk oceaanoewater heeft gekend. De recentere geologische evolutie van het Pisco-bekken gedurende het Pleistoceen heeft onder andere geleid tot de formatie van een aantal terrassen in het landschap die toe te schrijven zijn aan de Cañete Formatie. Deze terrassen, alsmede het aan het oppervlak komen van oudere afzettingen van de Pisco Formatie, zijn hoofdzakelijk ontstaan door het relatief snel omhoog komen van het bekken (een halve meter per duizend jaar) als gevolg van de subductie van de Nazcaplaat onder de Zuid-Amerikaanse Plaat. Het resultaat is een overvloed aan nog te analyseren geologische data van de vorming van het gebied.

Walvisjagers

Door de vele zandstormen die door de woestijn razen, komen er om de zoveel tijd nieuwe schatten aan het oppervlak tevoorschijn. Onderweg reden we langs een aantal prachtige fossielen van *Mysticeti* en *Cetotheriidae* ofwel baalwalvissen. Deze verzameling van de walvissoorten uit het Mioceen-Pliocene komen onder meer voor in het Noord-Atlantische gebied, langs de kusten van de gehele Stille Oceaan, het Middellandse Zeegebied en zelfs op Antarctica en in de Kaukasus. Nergens zijn ze echter in een vergelijkbaar uitmuntende staat als in het Pisco-bekken. Daarnaast zijn er ook nog tandwalvissen (*Odontoceti*) te vinden in de Chilcatay Formatie, waaronder de recentelijk ontdekte nieuwe rivierdolfijnsoort *Huariadelphus raimondii* en de immense *Leviathan melvillei*. Deze laatste soort leefde in dezelfde periode (12 tot 13 miljoen jaar geleden) en in hetzelfde gebied als de beroemde *Carcharodon megalodon*. Beide zijn tot grote proporties geëvolueerd om een optimale predator te worden. De walvis is qua grootte te vergelijken met de moderne potvissen en kon tussen de 13,5



Afb. 4. Het gebied tussen Ica, Palpa en de kust behoorde tot het excursiegebied. De stratigrafische opbouw mist de recentere Cañete Formatie uit het Kwartair (De Vries, 2007).

en 17,5 meter lang worden. In tegenstelling tot de hedendaagse grote tandwalvissen, met alleen tanden aan de onderkaak, had *L. melvillei* aan zowel de onder- als bovenkaak tanden tot wel 36 centimeter lang, een indicatie dat het een echte predator was. Vermoedelijk jaagde deze soort op de baleinwalvissen. Paleontologen, veelal uit de Verenigde Staten, hebben hier vele fossielen goed kunnen determineren omdat door het afzettingsmilieu veel van de baleinen en andere zachte delen bewaard zijn gebleven. De grote hoeveelheden (stervende) diatomeeën bedekten de karkassen snel. Hierdoor zijn meer dan de helft van de gevonden walvissen compleet, zonder verstoring tevorschijn gehaald uit het verweerde substraat, met onder andere de kop, wervelkolom en vinnen. Ook de afwezigheid van boorgaten en vraatsporen is opmerkelijk aangezien vandaag de dag dode walvissen vrij snel door hun omgeving worden opgeruimd. De exemplaren die door natuurlijke erosie aan het oppervlak zijn gekomen zijn vaak beschadigd door de elementen, maar ze blij-



Afb. 6. Gefossiliseerde baleinwalvis. De kop is ongeveer een meter lang. De wervelkolom is grotendeels aanwezig maar ernstig verstoord. Rond het fossiel zijn vaak haaiantanden te vinden, maar bijsporen zijn zeldzaam.

ven desalniettemin indrukwekkend om te zien (afb. 6). De grote hoeveelheid fossielen in de woestijn heeft door de jaren heen vele paleontologen aangetrokken, maar zeker ook veel plunderslaars die ruw te werk gaan en de fossielen op de illegale markt proberen te verkopen, aldus Roberto. Ondanks de controle op vliegvelden en de strengere regels opgelegd door de Peruaanse overheid lukt het smokkelaars alsnog stukken illegaal te verkopen. Veel verzamelaars betalen grote bedragen voor gesmokkelde fossielen, maar ook voor culturele schatten, onder andere uit Machu Picchu.

Opeenvolging van culturen

De woestijn kent niet alleen fossiele schatten, maar ook overblijfselen van oude beschavingen. Enkele dagen na ons bezoek aan de regio werden er nieuwe Nazca-lijnen gevonden: de beroemde geogliefen van de Paracas- en Nazca-culturen. Archeologische vondsten bestaan niet alleen uit deze soms kilometers lange lijnen en tekeningen in het landschap (afb. 7), maar ook uit vele mummies en artefacten. In het kustplaatsje Paracas, ten noordwesten van Ica, is een klein museum ingericht waar een aantal gevonden schedels te zien is. In de woestijn wees onze gids op de aanwezigheid van vele sikkelvormige muurtjes, die allemaal in dezelfde richting georiënteerd waren. Roberto vertelde dat deze plekken gebruikt werden door de oude culturen om hun tenten op te zetten tijdens de tochten door de woestijn. Zijn eigen tent is hiervan een moderne, grote versie, maar het simpele principe blijkt nog altijd de beste oplossing tegen de invloeden van de elementen in deze omgeving. De veranderende klimatologische omstandigheden hebben er



Afb. 7. Twee 'Nazca-lijnen' in het landschap, waarschijnlijk geogliefen van de Paracas-cultuur die van 800 voor tot 200 na Christus in deze vallei bestond. De lijnen doorkruisen het landbouwgebied in het rivierdal van de Río Ica. Rechts op de foto twee sikkelvormige stenen muurtjes, destijds gebruikt als schuilplek voor de nomadische tochten.

grotendeels voor gezorgd dat de oude culturen zijn verdwenen. Onderzoek van de lössafzettingen tussen Palpa en Nazca hebben laten zien dat er in de regio vanaf het begin van het Holoceen tot zo'n 5000 jaar geleden grote grasvlakten voorkwamen. De jager- en verzamelaarculturen kregen het daarna moeilijk met de verwoestijning van het gebied. Desalniettemin kon de meer ontwikkelde Paracas-cultuur tot bloei komen, totdat rond 200 v.Chr. de invloed van de Nazca-samenleving sterker werd. Ruim vier eeuwen later is ook deze cultuur door toenemende verdroging verdwenen. Archeologische vondsten wijzen op een herbevolkingsperiode van een Precolumbiaanse cultuur rond het jaar 1100, als reactie op het kleiner worden van het aride gebied. Dit wordt in verband gebracht met een hernieuwde periode van natte zomerseizoenen in het Peruaanse achterland, die voortduurde tot aan de Kleine IJstijd in de middeleeuwen.

Tegenwoordig is een deel van het gebied onderdeel van het Nationaal Reservaat Paracas, wat helaas niet heeft kunnen voorkomen dat er de afgelopen jaren een gasleiding is aangelegd. De leiding is met groot materieel op zijn plaats gebracht zonder uitvoerig vooronderzoek door archeologen, aldus Roberto. Sommige geogliefen en oude graven zijn hierdoor verstoord; voor onze gids een extra reden om de woestijn te beschermen en buitenstaanders de waarde van het gebied te laten zien.



Afb. 8. De 4 x 4 in de verte laat een beetje zien hoe klein je je kan voelen na een paar uur fossielen zoeken.



Afb. 9. Maarten Bresjer te midden van de vulkanische gesteenten.

Pachamama

Een reis met een ervaren gids door een landschap zoals dit is de investering meer dan waard. Zeker als de interesses van beide partijen grotendeels overlappen kunnen de dagen in de woestijn zomaar voorbij vliegen - evenals een verdwaalde condor die op 3 meter hoogte voorbij kwam zweven. Afgezien van de maaltijden uit blik, de afwezigheid van *Megalodon*-tanden en de zeer korte nachten (voor 4 uur in de ochtend gingen we alweer op pad) was het een zeer aan te raden, leerzame reis. Het zoeken naar interessante geologische en paleontologische schatten in het woestijnzand is iets wat veel studenten tot de verbeelding spreekt (afb. 8 en 9). Zeker met de achterliggende gedachte dat het landschap er miljoenen jaren over heeft gedaan om van oceaانبodem in droge woestijn te veranderen. Tijdens onze laatste siësta concludeerden we dat Pachamama, de door Roberto aanbeden vruchtbaarheidsgodin, haar "wonderen" heeft laten zien aan Maarten en mij.

De foto's zijn gemaakt door mijzelf en Maarten Bresjer, die ik graag nogmaals bedank voor het beeldmateriaal en voor zijn gezelschap tijdens de gehele reis door Peru.

Meer informatie

Op de persoonlijke website van Roberto Penny Cabrera, www.icadeserttrip.com, is meer informatie te vinden over zijn ervaringen. Ook zijn er meer foto's en video's te vinden over de excursies in de woestijn.

Referenties

- De Vries, T.J., 2007. "Cenozoic Turritellidae (Gastropoda) from southern Peru". *Journal of Paleontology*, 81(2), 331-351.
- Dunbar, R.B., Marty, R.C. and Baker, P.A., 1990. "Cenozoic marine sedimentation in the Sechura and Pisco basins, Peru". *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 77.3: 235-261.
- Eitel, B., and Mächtle, B., 2009. "Man and environment in the eastern Atacama Desert (southern Peru): Holocene climate changes and their impact on pre-Columbian cultures". In *New Technologies for Archaeology* (pp. 17-23). Springer Berlin Heidelberg.
- Esperante, R., 2002. "Preservation of baleen whales in Southern Peru". *Geoscience Reports*, 34.
- Esperante, R., Brand, L.R., Chadwick, A.V. and Poma, O., 2015. "Taphonomy and paleoenvironmental conditions of deposition of fossil whales in the diatomaceous sediments of the Miocene/Pliocene Pisco Formation, southern Peru—A new fossil-lagerstätte". *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 417: 337-370.
- Hsu, J. T., 1992. "Quaternary uplift of the Peruvian coast related to the subduction of the Nazca Ridge: 13.5 to 15.6 degrees south latitude". *Quaternary International*, 15, 87-97.
- Lambert, O., Bianucci, G., Post, K., de Muizon, C., Salas-Gismondi, R., Urbina, M. and Reumer, J., 2010. "The giant bite of a new raptorial sperm whale from the Miocene epoch of Peru". *Nature*, 466(7302), 105-108.
- Lambert, O., Bianucci, G., and Urbina, M., 2014. "Huaridelphis raimondii, a new early Miocene Squalodelphinidae (Cetacea, Odontoceti) from the Chilcatay Formation, Peru". *Journal of Vertebrate Paleontology*, 34(5).
- Sevink, J., 2009. *The Cordillera Blanca guide: a unique landscape explained + trips*. Universiteit van Amsterdam.

Boekbespreking

1-2-3 Geologie voor ingenieurs, Herman Keijer. 65 pp., 46 fig., uitgave KIVI-Geotechniek, 2015. Het boekje is te bestellen door een mail te sturen naar geotechniek@kivi.nl

De titel zegt het al - een inleiding voor civieltechnische lezers, geen mooie mineralen of fossielen dus. Wel een up-to-date tekst over aardlagen in de Nederlandse bodem, met hun geschiedenis. In zo'n nuchtere opzet bevreedden zes pagina's voorinleiding op de overigens bondige publicatie. Het boekje bevat een reeks mooie paleogeografische kaarten, tijdreizen voor de geo-kijker. De ondergrond van ons land is nog altijd wat kil gebleven na de vrieskou van de IJstijd.

Leuk om nu te lezen dat Nederlandse zandlagen in die tijd door gletsjerdruk en droogte sterk ineengedrukt zijn. Geen wonder trouwens dat Keijer die IJstijdlagen maar een "chaos" vindt, ge-

zien de zeer sterk overhoogde profielen die hij presenteert - het lijken wel lachspiegels, die profielen hadden meer breedte op de bladspiegel verdiend. De Paleoceen/Eoceen-hittegolf bleef ongenoemd, alsook het Eridanos-riviersysteem. Zakenlijke tekst verder, van waarde en bepaald een aanwinst voor de geotechnieuten - voor Gealezers die downloaden een gegeven paardje dat je dankbaar in de bek kunt zien.

Bert Boekschoten,
VU Amsterdam

