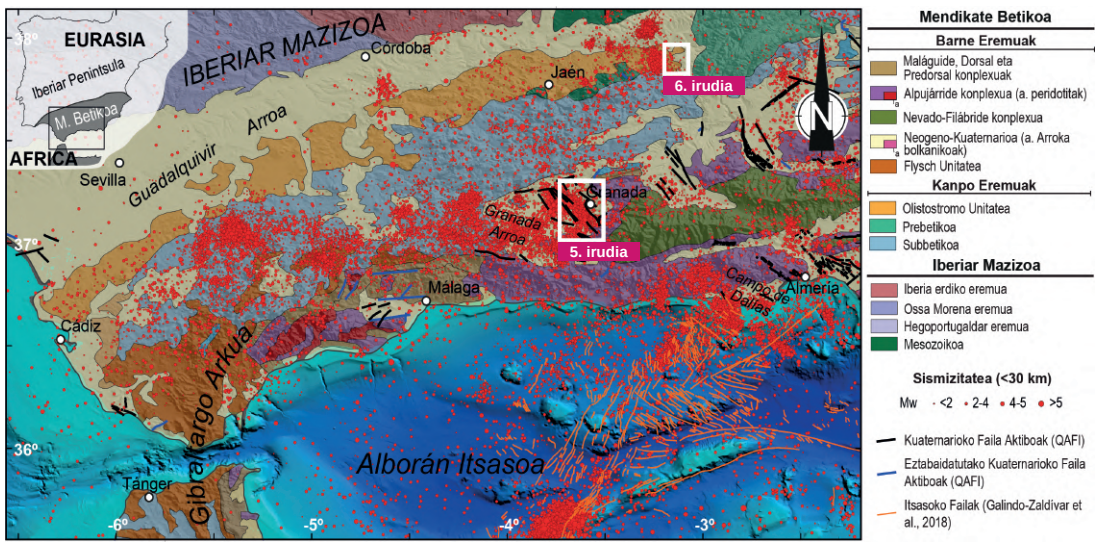
IKER GAZTE 2021
NAZIOARTEKO IKERKETA EUSKARAZ

Gainazaleko teknika elektrikoen erabilera tektonika aktiboaren ikerketan: tomografia elektrikoa (ERT) eta polarizazio induzitua (IP).

Madarieta-Txurruka, Asier[1], Tendero-Salmerón, Victor[1], Galindo-Zaldívar, Jesús[1,2], González-Castillo, Lourdes[1]
amadatxu@ugr.es
[1]Departamento de Geodinámica, Universidad de Granada, 18071 Granada, Espainia,
[2]Instituto Andaluz de Ciencias de la Tierra, CSIC-Universidad de Granada, 18071 Granada, Espainia.



1. irudia. Mendikate Betikoko mapa geologikoa. Bertan 2000. urtetik izandako sismizitatea eta faila aktiboak adierazten dira.

SARRERA

Teknika geofisikoak ezin bestekoak dira gainazalaren azpitik dauden egitura, arroka eta ezaugarri geologikoak ezagutzeko. Teknika elektrikoek konkretuki hainbat aplikazio dituzte, Tektonika Aktiboa adibidez. Lan honetan bi parametro elektriko aztertuko dira: 1) Erresistibitate elektrikoa: Korronte elektrikoak gorputz jakin batetik igarotzeko duen gaitasuna adierazten du. 2) Polarizazi induzitua: Material bati korronte elektrikoa induzituz gero, honen eragina korrontearen amaitzen denetik material horrek hasierako egoerara itzuli arte behar duen denbora izango litzateke.

Tektonika aktiboz ari garenean, gizartearen denbora-eskalaren ikuspegitik esanguratsuak diren eta lurrazalaren deformazioarekin erlazionatutako prozesu egitura eta egituren geometrietaz hari gara (National Research Council eta Geophysics Study Committe, 1986).

Keller eta Pinterrek (1996) hainbat teknika nabarmentzen dituzte tektonika aktiboa beharbezala aztertzeko: sismologia eta paleosismologia, geodesía, geomorfologia edo erreken azterketa. Teknika horiek ezinbestekoak dira azterketa sakon bat egiteko, hala ere, badira beste zenbait teknika, geofisikoak adibidez, azken urteotan erabilgarritasun handia lortu dutenak. Horien artean, gainazaleko teknika elektrikoak; erresistibitate elektrikoko tomografia edo tomografia elektrikoa (ERT) eta polarizazio induzitua (IP) nabarmenduko dira lan honetan.

Gaur eguneko eremu tektoniko aktiboen artean dugu Mendikate Betikoa, Iberiar Penintsularen hegoekialdean kokatua, Rif Mendikatearekin batera Gibraltargo Arkua osatzen duena. Arku tektoniko horretan sismizitatea nabarmena da eta hainbat kokalekutan lurrikarak ohikoak dira (1. Irudia).

METODOLOGIA: TOMOGRAFIA ELEKTRIKOA

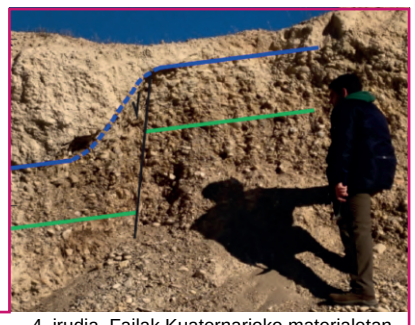
Lan honetan lau ERT profil jaso dira: Bi Guadalquivir arroan (160 m luze), eta beste bi Granada arroan (80 m). Datuak ABEM Terrameter SAS 4000 tomografoaren bitartez lortu dira (2. irudia), GRAD4LX8 eta GRAD4S8 protokoloak erabiliz. Tomografo hau erresistibitate elelktrikoq eta polarizazio induzitua kalkulatzeko gai da. Datu elektrikoen inbertsioa Res2Dinv programaren bitartez burutu da.

2. irudia. Granada Unibertsitateko Geodinamika Saileko ABEM Terrameter SAS 4000 tomografoa.

ERABILERA TEKTONIKA AKTIBOAN

Prozesu tektoniko berrienek, batik bat, failaren eraginez emandako geomorfologia aldaketek altzatutako blokearenn higadura eta hondoratutako blokean metaketa eragiten du. Tomografía elektrikoak, sedimentu berri horien eta arroka-amaren arteko erresistibitate aldaketak irudikatu ditzake.

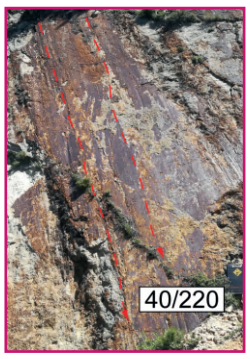
Horren ondorioz, XX. mendearen bukaeran hasten dira teknika hauek erabiltzen. Mendikate Betikoan konkretuki, ez da teknika zehatz hau erabiliko orain dela gutxira arte (Pedrera et al., 2012). Geroztik, bai mundu mailan zein azterketa eremuan, teknika hauek oso erabiliak izan dira.



4. irudia. Failak Kuaternarioko materialetan.

EMAITZAK: Granadako Arroa. Alfacar eta Granada failak.

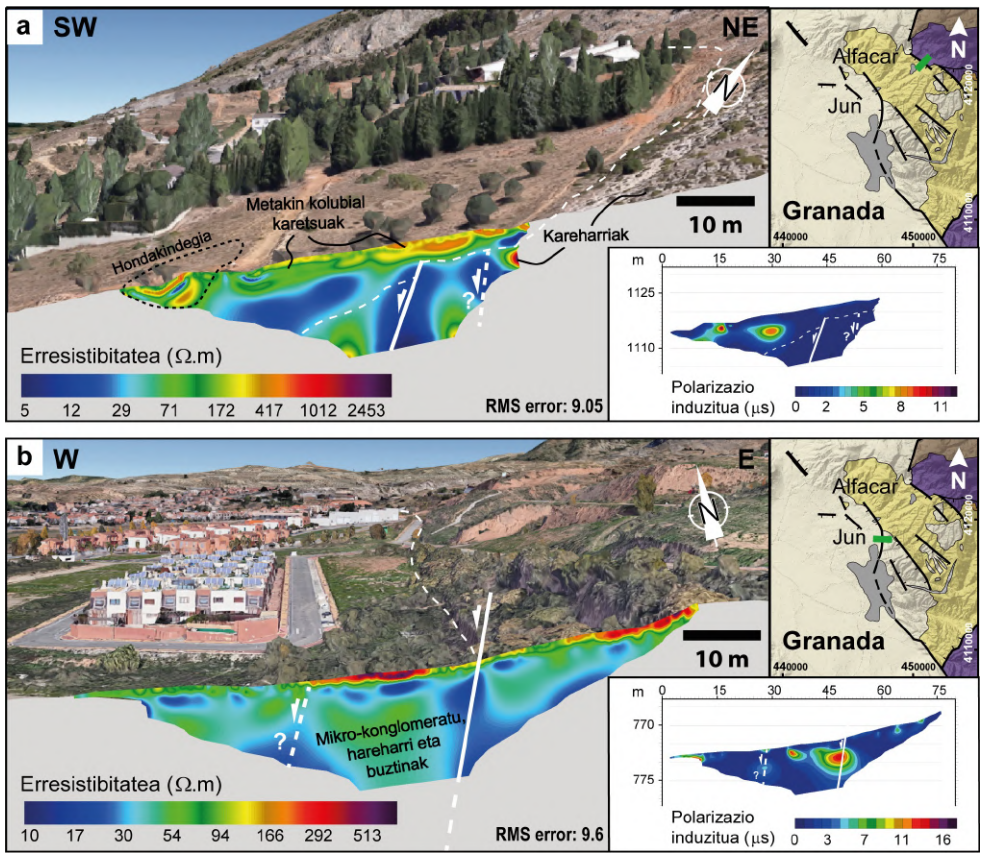
Granada arroko profilek, ezagunak diren bi faila gurutzatzen dituzte (5. irudia). a profilak Alfacar faila zeharkatzen du. Profilean materialen arteko erresistibitate-aldaketa nabarmena da. Bi eremu desberdindu dira, erresistibitate-anomalien geometriari erreparatuz. Batetik, ipar-ekialdean kokatutako okerdura handiko anomaliak, kareharrietan kokatutako failak alegia. Bestetik, hego-mendebalderantz oso gutxi okertutako anomaliak, faila estaltzen duten metakin kolubial gazteak. b profila, Granada failaren gainean kokatuta dago eta erresistibitate desberdintasun txikiagoa du. Sakonean bi eremu sasi-bertikal eroaleago bereizten dira. Profilaren erdian kokatutako anomalia azalean oso nabarmena den malda aldaketa bortitzarekin bat dator. Ondorioz, faila planoan egon daitezkeen jariakinek eragindako eremu eroaleago baten bitartez markatuta dago Granadako Faila.
Granada arroan, polarizazio induzitu (IP) datuak lortu dira. b profilean IP altuko eremua guztiz bat dator eremu eroalearekin, beraz, failaren interpretazioa indartzen du. a profilean IP datu altuak sakonera txikian kokatuta daude. Profilaren erdialdekoa eremu eroale batekin bat dator. Alfacar Failan ohikoak diren burdin mineralizazioen ondorio izan litzateke (3. irudia).



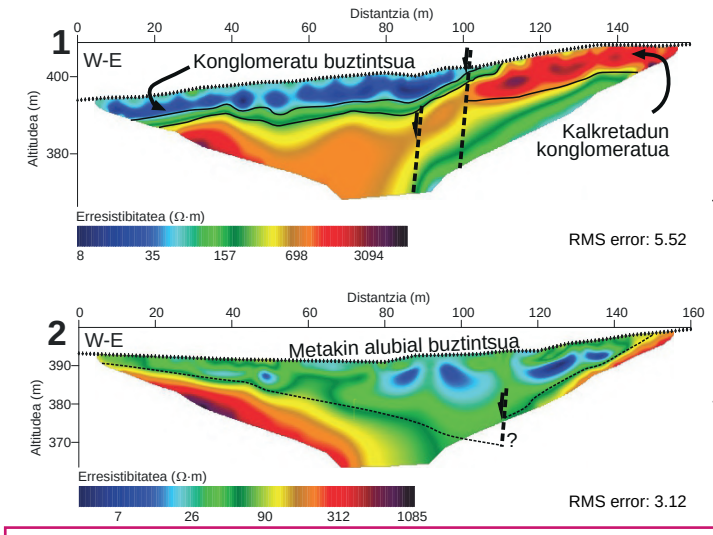
3. irudia. Alfacar Faila burdin mineralizazioekin.

Guadalquivir Arroa. Guadiana Menor.

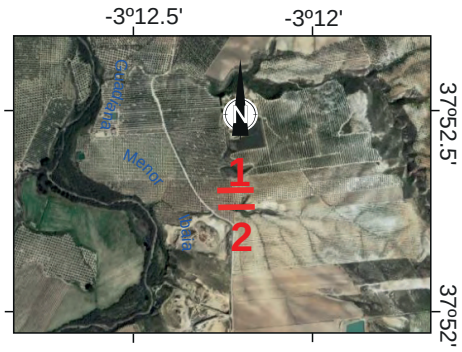
Guadiana Menor ibaiaren inguruan egin diren E-W norabideko bi ERT profilek (6. irudia), sakonera txikiko faila gazte batek sortua izan daitekeen N-S orientazioko malda aldaketa zuzen bat zeharkatzen dute. 1 profilean okerdura handiko muga bat ikus daiteke, ekialderantz amaitzen den erresistibitate baxuko gorputz batek eta azpiko erresistibitate altuko gorputzaren desplazamenduak markatua. Muga hori, profilen kokalekutik gertu dauden harrobietan ikus daitezkeen failekiko paraleloa da (4 irudia), eta mendebaldeko blokearen hondoratzea adierazten du. 2 profilak haran txiki baten amaieran kokatutako gorputz sedimentario bat mozten du. Bertan, erresistibitate baxuko eta forma triangeluarreko metakinen gorputz bat bereiz daiteke, asimetrikoa dena eta malda aldaketarekin erlazionatua dagoena. Failaren mugimenduak hondoratutako mendebaldeko blokearen gainean garatutako espazioan eroaleak diren buztinak metatu dira.



5. irudia. Granada arroko ipar-ekialdeko Granada (b) eta Alfacar failak (a) gurutzatzen dituzten ERT eta IP profilak. Mapen kokapena: UTM, 30N zona.



6. irudia. Guadiana Menor ibairekiko paralelo dagoen malda-aldaketa bortitza zeharkatzen duten ERT profilak (Tendero-Salmerón et al., 2020).



EZTABAIDA ETA ONDORIOAK

Tektonikoki aktiboak diren eremuetan, failen eraginaren ondorioz, sedimentuen metaketa ematen da. Horren ondorioz, litologikoki eta ezaugarri fisikoei erreparatuz ezberdinak diren materialak bereiz daitezke: arroetako sedimentuak, batetik, eta basamentuko arroka-ama, bestetik.

Bai Granadako (5. irudia) zein Guadiana Menorreko (6. irudia) ERT profilek, IP datuen laguntzaz, failen eta sedimentuen egituraren berri ematen digute: 1) Erresistibitate balioen aldaketa bortitzak failen ondorioz (6.1 irudia; 5a. irudia). 2) Erresistibitate bereko gorputzen desplazamendua (6.1 irudia). 3) Failekin erlazionatutako moldatze-espazioak interpreta daitezke (6.2 irudia). 4) Eroaletasun anomaliak ere failekin lotu daitezke (5b. irudia). 5) IP balio altuak mineralizazioen eta buztin birrinduen seinale dira (5b. irudia).

Faila eta metakin gazteenen arteko erlazioak aztertuz egitura tektoniko aktiboak diren edo ez eztabaidatu daiteke. Erliebea antropikoki eraldatutako guneetan oso tresna baliagarria da, landa datuek eta datu geomorfologikoek failaren aktibitatearen berri ez dutelako ematen.

UNIVERSIDAD DE GRANADA
IACT INSTITUTO ANDALUZ DE CIENCIAS DE LA TIERRA
DAMAGE

Eskerrak eta oharrak: Lan hau aurrera eramateko ezin-bestekoa izan da Elisa Segura Alonso eta Manuel Martinez Martosen laguntza landa lanetan. Gainera, lan hau Espainiako DAMAGE proiektuaren (CGL2016-80687-R AEI/FEDER) zein Andaluziako RNM-148 ikerketa taldearen diru-laguntzen ondorioz burutu izan ahal da. Lan honetan aztertu diren datuak Victor Tendero-Salmerón-en eta Asier Madarieta-Txurruka-ren doktoretza tesiaren parte dira. Lehenengoa, FPU deituriko Espainiako hezkuntza ministerioko diru laguntzari ezker ari da burutzen tesia eta bigarrena PTA laguntzaren (PTA2019-017685-I) bidez teknikari bezala ari da Granadako Unibertsitateko Geodinamika Sailean.

Erreferentziak:

Tendero-Salmerón, V., Galindo-Zaldivar, J., Peláez, J. A., Martínez-Martos, M., Henares, J., Marín-Lechado, C., Gil, A. J., eta López-Garrido, Á. C. (2020). Seismicity in Strike-Slip Foreland Faults (Central Betic Cordillera Front): Evidence of Indentation Tectonics. *Tectonics, 39*(7), e2020TC006143.

National Research Council eta Geophysics Study Committee. (1986). *Active Tectonics: Impact on Society.* National Academies Press.

Pedrera, A., Marín-Lechado, C., Stich, D., Ruiz-Constán, A., Galindo-Zaldívar, J., Rey-Moral, C. eta Mancilla, F. (2012). Nucleation, linkage and active propagation of a segmented Quaternary normal-dextral fault: the Loma del Viento fault (Campo de Dalías, Eastern Betic Cordillera, SE Spain). *Tectonophysics*, *522*, 208-217.

Keller, E. A. eta Pinter, N. (1996). *Active tectonics.* Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.