Un nou model d'IA creat pel grup de recerca GIAP permet detectar sistemes de regadiu subterranis amb una precisió mai vista

La recerca, publicada a la revista *Journal of Archaeological Science*, és un avenç clau en la identificació de qanats al Pròxim Orient, l'Àfrica i més enllà.

Nazarij Buławka, Hector A. Orengo i Iban Berganzo-Besga, membres de l'equip d'arqueologia computacional del grup GIAP, han creat un model d'IA que permet mapar sistemes de regadiu subterranis (*qanats*) utilitzant intel·ligència artificial i imatges d'espionatge de l'era de la Guerra Freda.

El desenvolupament del model s'ha fet en el marc del projecte **UnderTheSands**, finançat per la Unió Europea (HORIZON-MSCA-2021-PF-01-101062705). El model pot localitzar prop del 63 % de tots els pous amb una precisió del 88 %, fet que el converteix en el model més precís fins ara. A més, a diferència d'altres, pot utilitzar diversos tipus d'imatges satèl·lit i aplicar-se a diferents regions.

Els resultats s'han publicat a la revista *Journal of Archaeological Science*. Diversos mitjans s'han fet ressò dels resultats de la recerca, com les prestigioses revistes ***New Scientist*** i *National Geographic Polònia*, així com diversos portals internacionals en anglès, espanyol, francès, búlgar, suec i japonès.

Contingut extret de la web de l'ICAC (www.icac.cat)



Figura 1: La línia de pous de qanat prop de Chashmal-i Ali, a prop de Teheran (Iran) (segons Schmidt 1940, pl. 37a; Buławka, Orengo i Berganzo-Besga 2024, Fig. 1).

Els *qanats*: l'enginy hidràulic que va portar l'aigua al desert

Els *qanats*, o *karez* (kārēz), són canals subterranis que extreuen aigua d'aqüífers o torrents de muntanya. Un *qanat* es cava amb un pendent gradual, cosa que permet el flux d'aigua neta essencial per a l'ús domèstic i el regadiu, i sovint es connecta amb el sistema de canals. Aquest tipus d'estructura es coneix amb noms diferents, ja que el seu ús s'ha estès a moltes parts del món, també a l'Amèrica del Sud i el Japó.

Tal com va esmentar el professor Hector A. Orengo (ICREA-BSC-ICAC) en una entrevista amb *New Scientist*, "van permetre que la gent visqués en zones on abans hauria estat

impensable". A Espanya també es poden trobar exemples de *qanats*, coneguts localment com "galeries filtrants" o "cimbras". Curiosament, els *qanats* encara s'utilitzen avui en dia, per exemple, al Marroc, on se'ls coneix com a *khetarra* (o *foggara*).

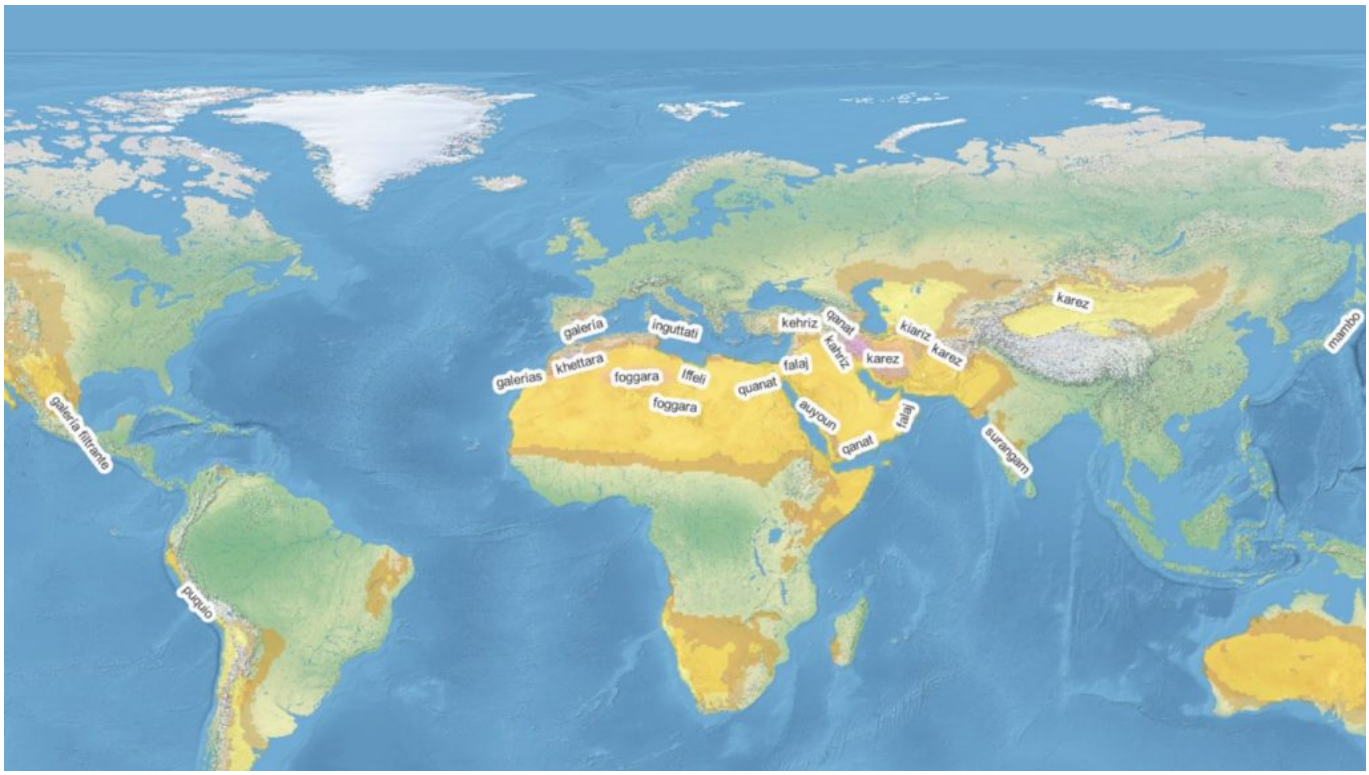


Figura 2: Distribució de qanats en zones àrides del globus (Nazarij Buławka; Basemap: Natural Earth, clima àrid i semiàrid segons la classificació climàtica de Köppen-Geiger [1]).

La majoria dels investigadors creuen que aquesta tècnica es va originar a l'Iran, mentre que d'altres afirmen que els més antics coneguts són d'Oman. Es considera generalment acceptat que la difusió dels *qanats* està relacionada amb l'expansió de l'Imperi Aquemènida (650–330 aC) i més tard amb les conquestes àrabs (a partir del segle VII dC), que es van estendre pel nord d'Àfrica i la península Ibèrica. Amb la colonització espanyola, els *qanats* també es van estendre a les Amèriques. La descripció tècnica completa més antiga de com construir *qanats* prové del savi persa Abubakr Mohammad Karaji (953–1029 dC).

L'ús d'imatges satèl·lit desclassificades i IA pionera revela secrets antics amagats sota les terres àrides

A la superfície, un sistema de *qanat* és una línia de pous espaiats regularment que s'utilitzen per eliminar runa durant l'excavació o per netejar el túnel. Aquesta característica permet detectar els *qanats* des de l'espai. El problema més important que sovint es troba en els estudis de *qanat* és que els pous individuals es conserven de manera diferent i fàcilment es poden confondre amb altres objectes, pous i fosses, que són molt comuns. A més, molts dels sistemes de *qanat* que hi havia han estat destruïts. Per tant, s'haurien d'utilitzar imatges aèries o imatges satèl·lit antigues per trobar antics sistemes de *qanats*. Hi ha hagut diversos enfocaments per automatitzar la detecció dels *qanats*. Els més importants fins ara han estat els esforços de l'equip de Jason Ur, que va utilitzar el model UNET i imatges de satèl·lit CORONA. No obstant això, el model només funcionava utilitzant un tipus d'imatge específic i es limitava a una sola àrea. Els resultats contenien molts errors.

Contingut extret de la web de l'ICAC (www.icac.cat)

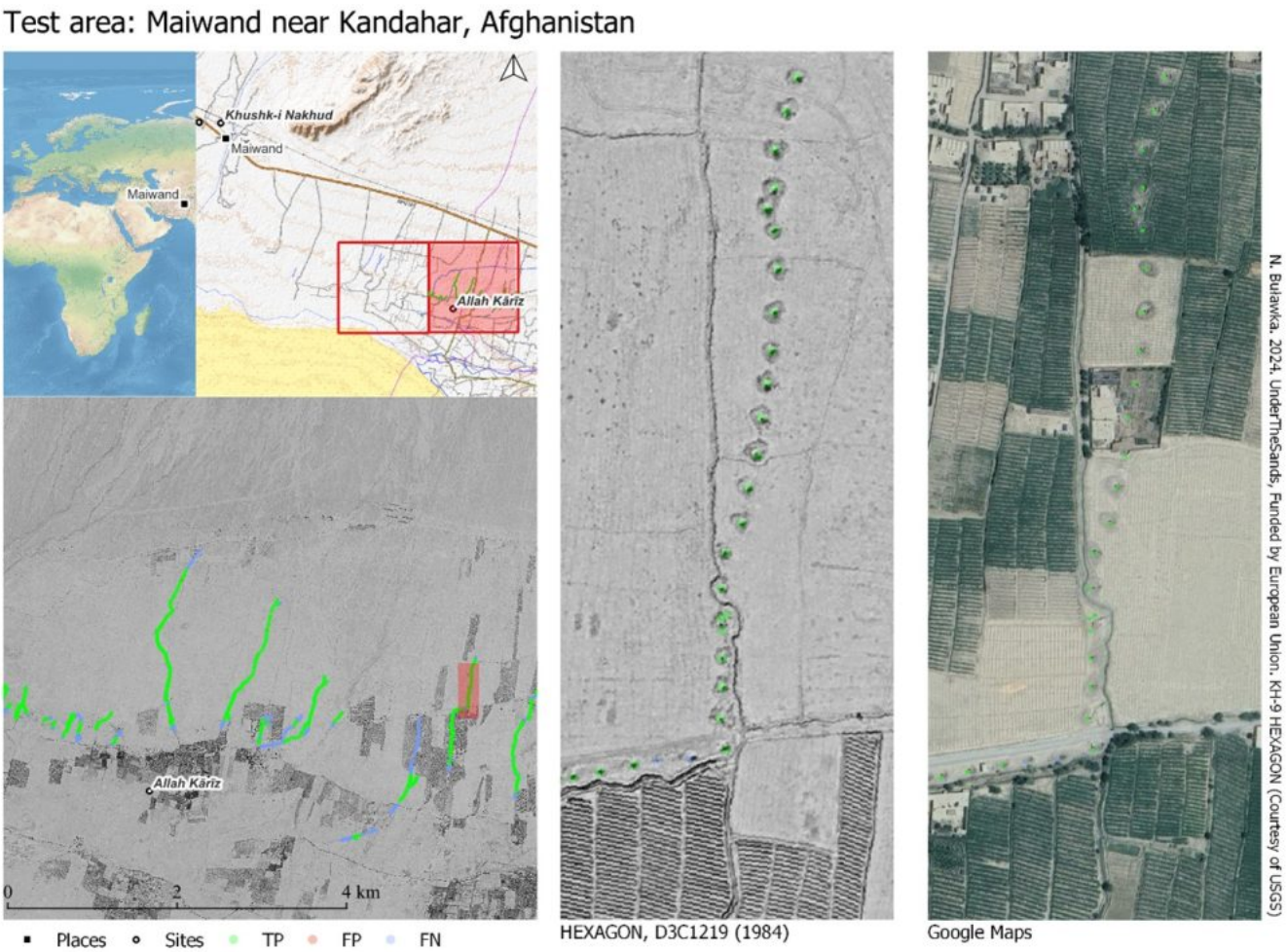


Figura 3: Vista de proximitat a la línia de qanat a la zona de Maiwand (Nazarij Buławka).

Després de provar diferents mètodes, els investigadors GIAP ha trobat una nova solució. En comptes d'analitzar només els pous (o eixos) subterranis de forma aïllada, va tenir en compte la relació entre els pous que formen part d'una mateixa línia de *qanat*. En un sistema de *qanat*, els pous solen estar disposats en línies rectes i amb una separació regular. Per tant, en lloc de mirar cada pou de manera independent, el model fa servir informació sobre com els pous estan organitzats en parelles o grups, la qual cosa ajuda a identificar millor tot el sistema de *qanats* i reduir els errors de detecció.

També, van utilitzar imatges espia desclassificades del satèl·lit HEXAGON i el model de *deep learning* YOLO (You Only Look Once). Les imatges del satèl·lit HEXAGON es van fer durant la Guerra Freda per localitzar objectius militars dins de la Unió Soviètica i més enllà. La qualitat de HEXAGON és comparable a les millors imatges d'alta resolució, però són en blanc i negre. Des que van ser desclassificades, aquestes imatges han captat l'atenció dels arqueòlegs, ja que ofereixen una visió dels paisatges abans de ser transformats.

Tal com explica el Dr. Iban Berganzo-Besga (Univ. of Toronto – ICAC), YOLO és actualment el model més avançat, i per això va ser escollit. L'eficàcia del model en la detecció de *qanats* rau en la seva alta precisió i en la creació d'un flux de treball complet, des del processament inicial de la imatge fins a l'eliminació automàtica d'errors potencials, explica el professor Hector A. Orengo. Les proves realitzades amb imatges d'Iran, Afganistan i Marroc han demostrat que el model es pot utilitzar per a la detecció de *qanats* fent ús de diverses imatges i àrees.

Cap a un futur de nous descobriments: perfeccionant l'IA per trobar restes ocultes sota la terra

L'equip del GIAP continua treballant en la millora del model, a fi de poder-ne ampliar la capacitat de detecccció de *qanats* i altres sistemes de regadiu antics. Si bé la versió actual pot detectar *qanats* a partir d'imatges grans de CORONA i imatges modernes després de convertir-les a escala de grisos, les versions futures inclouran l'ampliació del conjunt de dades i la millora del postprocessament del model.

Amb l'ús de noves tècniques d'intel·ligència artificial, com l'arquitectura de *deep learning* Transformer, els investigadors obren noves vies per explorar el passat amb una precisió mai vista. El futur promet avenços fascinants en la detecció de restes arqueològiques subterrànies a través de diverses regions i èpoques.

Sobre l’Institut Català d’Arqueologia Clàssica (ICAC-CERCA)

L’Institut Català d’Arqueologia Clàssica (ICAC-CERCA) és un **centre CERCA** creat com a consorci el 2003 per la Generalitat de Catalunya i la Universitat Rovira i Virgili. És una institució líder en la investigació i la conservació del patrimoni arqueològic a Catalunya. Té la seu a Tarragona, ciutat reconeguda com a Patrimoni Mundial per la UNESCO l’any 2000. Els seus investigadors i investigadores treballen per comprendre el passat a través de l’estudi de les restes arqueològiques i promoure la preservació del ric llegat històric de la regió. Som CERCA!

Per a més informació, visiteu el lloc web de l’ICAC a www.icac.cat.

Contingut extret de la web de l'ICAC (www.icac.cat)