

LA QUESTION DE L'ORIGINE MATÉRIELLE DES MURS DE LA FORTERESSE SAQSAYWAMAN. CUZCO (PÉROU)

A. Kruzer

isida.project@gmail.com



Vue générale de la forteresse Saqsaywaman. Cuzco Pérou. (Photo de Patricia Awyan)

Ce problème urgent, occupe depuis longtemps l'esprit de nombreuses générations de chercheurs. Ces constructions cyclopéennes ont intrigué l'humanité à l'époque des premiers conquistadors, qui ont été les premiers à fouler les terres de Terra Incognita. Les éléments magistralement traités des murs, l'ajustement incroyablement précis des surfaces de blocs, les tailles de blocs mégalithiques de plusieurs tonnes - font que tout le monde admire l'habileté des anciens constructeurs, jusqu'à nos jours.

Au cours des différentes époques, des chercheurs absolument indépendants ont étudié le matériau, composant les blocs des murs de la forteresse de Saqsaywaman. Il semblait être un calcaire gris, formant la formation géologique environnante. La faune fossile, contenue dans ce calcaire, le rend équivalent au calcaire Ayavkas du lac Titicaca, apparenté au Crétacé Aptien-Albien.

Les blocs, qui forment le mur, n'ont pas l'air d'avoir été coupés de la roche (comme de nombreux érudits préfèrent le dire), ou d'avoir été coupés par un instrument de haute technologie. La façon dont ces blocs sont assemblés et ajustés les uns aux autres est très difficile à réaliser, même au moyen de la technologie des machines modernes. Il est vraiment très difficile, et parfois impossible d'obtenir des joints aussi fins sans jeu, tout en travaillant avec du matériau solide, de surcroît dans des volumes aussi énormes.



Fragment du mur de la forteresse de Saqsaywaman. Cuzco. Pérou. (photo A. Veryanov)



Forteresse Saqsaywaman. Cuzco Pérou. (Photo de Patricia Awyan)



Blocs de maçonnerie du premier étage de la forteresse de Saqsaywaman. Cuzco Pérou. (Photo de Patricia Awyan)

Alors, que pouvons-nous dire des peuples anciens qui, malgré le faible niveau de technologie, ont pu accomplir toutes ces actions vraiment incroyables ?

Selon la version historique officielle, ces blocs de calcaire ont été taillés dans la carrière voisine puis traînés jusqu'au lieu de construction, après quoi ils ont été travaillés de tous leurs côtés par les outils à main primitifs en pierre, afin d'être ajustés à chaque autre avant l'installation aux murs du Saqsaywaman. Tous ces actes sont attribués aux peuples ethniques de Quechua (Inca) - le grand Empire, qui a régné en Amérique du Sud aux XI-XVI siècles, jusqu'à l'époque des conquistadors.

À ce stade, mentionnons que les Incas pourraient avoir hérité des connaissances des civilisations précédentes, qui existaient sur les territoires subordonnés. De nombreuses études archéologiques de ces zones indiquent l'existence de cultures pré-incas plus anciennes. Ces cultures anciennes ont été les premières fondatrices de cette même "base", sur laquelle l'Empire Inca s'est ensuite élevé.

Alors, pourquoi devrions-nous considérer ces grands édifices mégalithiques Saqsaywaman comme l'œuvre des Incas, qui, à leur tour, pourraient simplement utiliser les anciennes constructions de la civilisation précédente, qui existaient ici bien avant ?

Les Incas n'ont obtenu aucun appareil de haute technologie, au moyen duquel ils pourraient effectuer toute la gamme des travaux sur la construction de structures architecturales aussi énormes. Aucune étude archéologique ne confirme ce fait.

Certains explorateurs tentent d'expliquer la «sortie» de la situation, permettant même une intervention étrangère extraterrestre. Ils disent que les extraterrestres sont arrivés ici, ont construit toutes ces structures impossibles et se sont envolés ou ont disparu, ne laissant aucune preuve ou connaissance des technologies,

ils ont utilisé, tout en construisant ces murs mégalithiques. Que pouvons-nous dire à ce sujet ? Nous dirons que cette question ne peut être envisagée qu'après que toutes les autres possibilités seraient totalement exclues. Aussi, tant que ces possibilités ne seront pas éliminées, nous baserons notre théorie sur des faits réels, la logique et le bon sens.

Les blocs de calcaire, formant les murs du Saqsaywaman sont si denses, que certains explorateurs les considèrent comme de l'andésite, ce qui est absolument faux. De plus, cette illusion n'apporte que des malentendus et de la confusion dans la direction de recherches ultérieures.

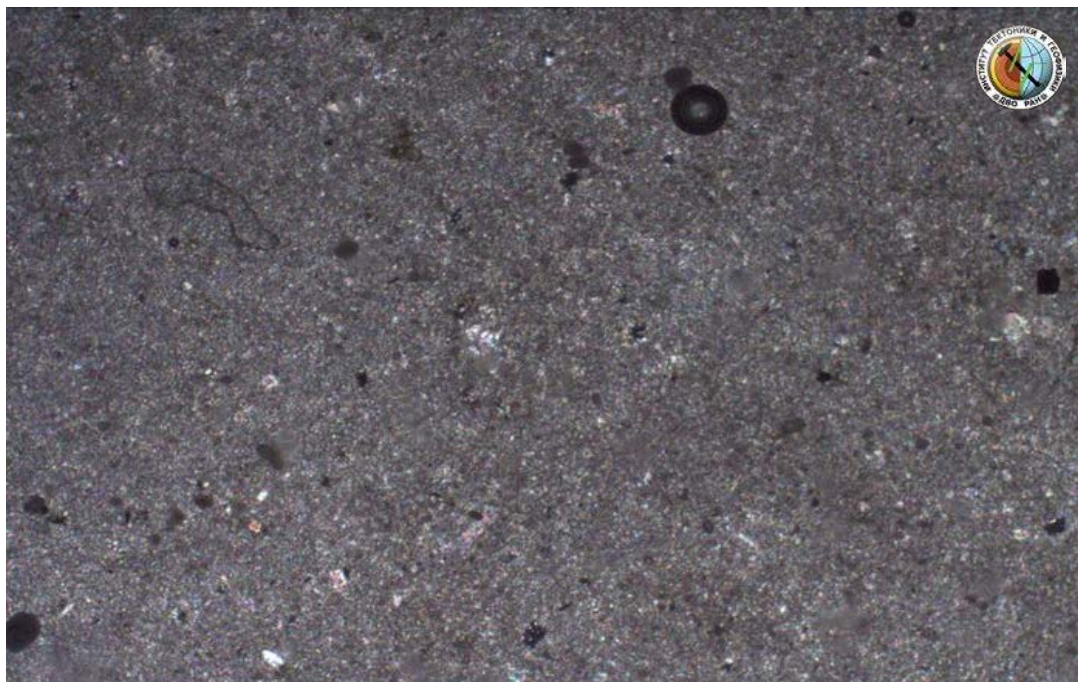
Les recherches récentes de la forteresse de Saqsaywaman, ont été fournies par des scientifiques russes ([Académie russe des sciences. Branche extrême-orientale. Institut de tectonique et de géophysique](#)), en collaboration avec (GEO y Asociados), qui a mené la recherche géo-radar de la zone voisine, afin de trouver la raison de la destruction des murs de Saqsaywaman. Ce travail a été réalisé pour le Ministère de la Culture du Pérou. Les résultats de cette recherche scientifique, ainsi que les données géo-radar, ont éclairci la situation avec la composition chimique du matériau, formant les blocs polygonaux des murs de la forteresse.

Vous trouverez ci-dessous un extrait du rapport officiel de l'Institut de tectonique et de géophysique FEB RAS, basé sur les résultats de l'analyse par fluorescence X d'échantillons de pierre, prélevés directement sur le lieu d'étude :

Oxide / element	Quarry	Blocks of the fortress
SiO ₂	13,20%	13,36%
TiO ₂	0,06%	0,09%
Al ₂ O ₃	0,56%	0,90%
Fe ₂ O ₃	1,11%	0,94%
MnO	0,07%	0,07%
CaO	69,86%	70,15%
MgO	0,70%	0,65%
K ₂ O	0,35%	0,68%
S	0,05%	0,04%
Cu	0,01%	0,01%
Pb	0,00%	0,00%
Co	0,00%	0,00%
Sr	0,03%	0,04%
V	0,01%	0,01%
Sc	0,01%	0,01%
Zr	0,01%	0,01%
Сумма	86,04%	86,98%

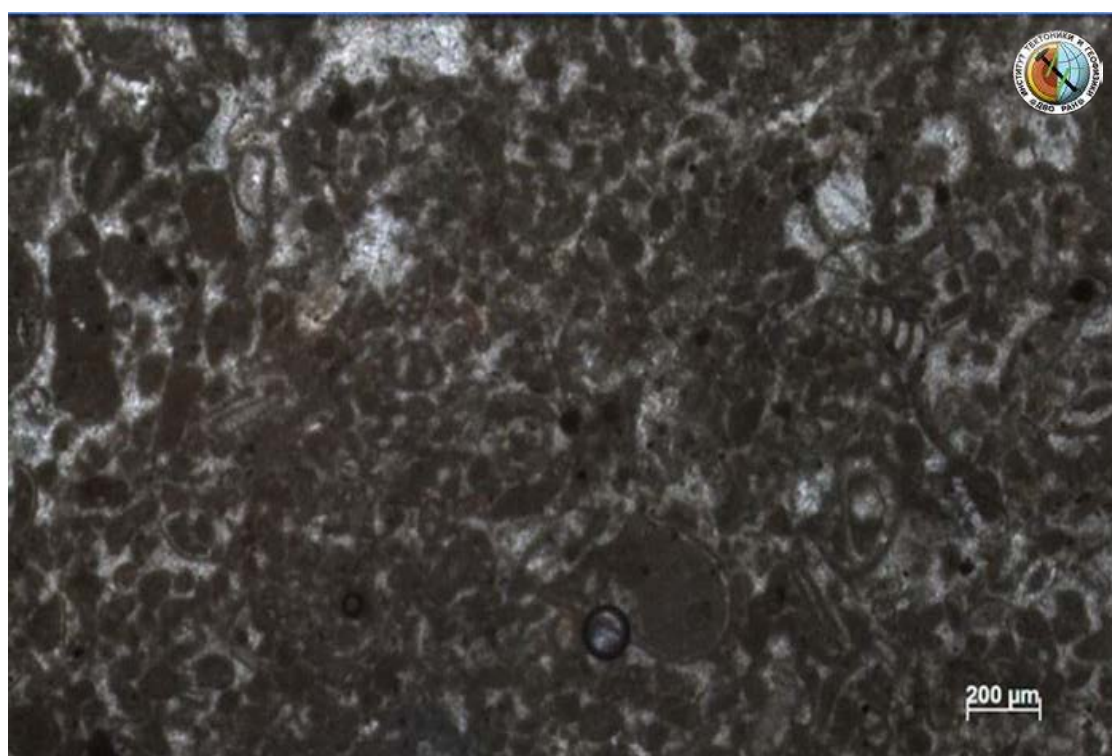
Comme on le voit à partir d'une composition, il n'y a pas du tout d'andésite. Mais les résultats montrent une forte densité du calcaire, formant les blocs. Ils montrent également l'absence de tout fossile organique dans les échantillons de matériaux des blocs formant la forteresse, ainsi que leur présence dans les échantillons prélevés dans la carrière.

La photo en microcoupe de l'échantillon suivant, prise à partir du bloc de mur, ne montre aucun fossile ni reste organique évident, mais seulement une structure à grain fin clairement visible.



Dans ce cas, il est probable de supposer l'origine chimiogénique du calcaire, qui est formé par la précipitation de solutions, et est généralement représenté par les variétés oolithiques, pseudo-oolithiques, pélitomorphes et autres variétés géologiques à grains fins. Mais nous ne sommes pas pressés de faire une conclusion rapide.

Parallèlement à l'étude de la microsection de l'échantillon, prélevée dans le bloc mural de la forteresse de Saqsaywaman, une étude similaire de la microsection de l'échantillon prélevé dans la carrière, a montré les inclusions clairement visibles de fossiles organiques :



L'analyse montre une similarité chimique de la composition des deux échantillons étudiés, et en même temps une différence de présence/absence d'inclusions organiques.

La première conclusion préliminaire :

Les blocs de calcaire ont testé certains processus, dont les conséquences ont été la disparition / dissolution des fossiles organiques. Ce processus s'est évidemment produit, sur le chemin technologique entre l'extraction du bloc et sa mise en place dans le mur. A l'origine, transformation "magique", qui après examen de tous les faits, s'était réellement produite !

Considérons attentivement - ce que nous avons sur ce point de recherche.
En fait, la composition des échantillons indique une analogie directe avec la **calcaires marneux**.

Calcaires marneux-race sédimentaire de composition argileuse - carbonatée, où la concentration de CaCO₃ fait 25-75%. Le reste du pourcentage est constitué d'argile, de sable fin et d'autres impuretés.

Dans notre cas, la présence de sable fin et d'argile est plutôt faible. Ce fait est confirmé par la décomposition de l'échantillon dans l'acide acétique. Cette expérience a montré que le résidu insoluble est représenté par une très faible quantité d'impuretés. Par conséquent, le dioxyde de silicium, au lieu du sable fin (qui est insoluble dans l'acide acétique) est représenté par une silice amorphe et un siliceux amorphe, une fois contenus dans la solution initiale, avec le carbonate de calcium sédimentaire et d'autres composants.



Photo d'une expérience sur la décomposition du calcaire, prise à partir des blocs des murs de la forteresse de Saqsaywaman, interagissant avec de l'acide acétique à 70 %.



Photo d'une expérience sur la décomposition du calcaire, prise à partir des blocs des murs de la forteresse de Saqsaywaman, interagissant avec l'acide sulfurique.

Il est bien connu que la marne est la principale matière première du ciment. Les soi-disant "marnes - naturelles" sont utilisées dans la production de ciment sous sa forme pure sans utiliser de suppléments et d'additifs minéraux, car tous les composants nécessaires sont déjà présents dans sa composition d'origine.

Notons que la teneur en résidus insolubles de silice (SiO_2) dans les marnes conventionnelles dépasse le nombre de sesquioxydes en pas plus de 4 fois. La marne, composée par les structures d'opale, avec le module de silicate (rapport de SiO_2 : R_2O_3) supérieur à 4 - est appelée "silice". Dans notre cas, les structures opales sont représentées par une silice amorphe - silice hydratée ($\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$).



Opoka. Silice hydratée. Photo: (φOTO:[Le.Loup.Gris](#) Wikipédia)

Opoka - est la silice hydratée (l'ancien nom russe est -**marne siliceuse**). Opoka - est une race de roche dure et solide, sonore lorsqu'elle est frappée. La dernière caractéristique est en corrélation avec des expériences sur le fait de frapper sur les blocs de la forteresse de Saqsaywaman pour obtenir le son. En frappant les blocs du mur de la forteresse à l'aide d'une petite pierre, ils produisent un son spécial de "sonnerie".

Cependant, l'opoka est une roche composée principalement de dioxyde de silicium avec des inclusions mineures de divers contaminants (y compris CaO). Il serait complètement faux d'appliquer la classification de l'opoka aux calcaires et au matériau des murs de Saqsaywaman, car le composant de base, selon les échantillons analysés, n'est que l'oxyde de calcium (CaO).

Calcul du module de la silice (SiO₂ : R2O₃) :

- Selon les résultats d'analyse de l'échantillon de la carrière, il fait - 7,9 unités. Cela signifie que l'échantillon étudié peut être appliqué au groupe des "calcaires siliceux" ;
- Le matériau des blocs Saqsaywaman fait - 7,26 unités.

Étudier la race de pierre, formant les blocs du Saqsaywaman forteresse, il peut être décrit comme le "calcaire siliceux" (selon la classification de G.Teodorovich), et comme le "microsparite" (selon la classification de R.Folk).

La race de la carrière peut être qualifiée de « micrite organogène » mélangée à de la « pelmicrite » (selon la classification de R.Folk).

Revenant à la marne, notons qu'en plus d'être une matière première pour la fabrication du ciment, la marne est également utilisée pour la fabrication d'un**chaux hydraulique**. **Chaux hydraulique** pourrait être obtenu après le processus de cuisson de la marne calcaire à la température de 900 ° -1100 ° C, ne permettant pas à la composition de se friter (**cela signifie, que par rapport à la production de ciment, dans ce cas, le clinker est absent**). Lors de la combustion, le dioxyde de carbone (CO₂) est éliminé, formant une composition mixte de silicates : 2CaO * SiO₂, d'aluminates : CaO * Al₂O₃ et de ferrates : 2CaO * Fe₂O₃, qui apportent la stabilité particulière à la chaux hydraulique en milieu humide, après son durcissement et sa pétrification. La principale caractéristique de la chaux hydraulique - est sa capacité à pétrifier à la fois à l'air libre et dans l'eau. Elle se distingue de la chaux commune par sa plus grande ductilité et ténacité. Surtout, ce type de chaux est utilisé dans les zones soumises à l'eau ou à l'humidité.

La relation entre la partie calcaire et argileuse, ainsi que les oxydes, affecte les propriétés spécifiques d'une telle composition. Cette dépendance se traduit par la **module hydraulique**.

Le calcul du module hydraulique, selon les données, obtenues à partir d'analyses d'échantillons, prélevés dans le Saqsaywaman, est représenté par les résultats suivants :

$$[m = \%CaO : \%SiO_2 + \%Al_2O_3 + \%Fe_2O_3 + \%TiO_2 + \%MnO + \%MgO + \%K_2O]$$

- l'échantillon, prélevé sur le bloc de mur de la forteresse: $m=4,2$;
- l'échantillon, prélevé dans la carrière : $m=4,35$.

Pour déterminer les propriétés et la classification d'une chaux hydraulique, les gammes suivantes du module sont utilisées :

- 1,7-4,5 (pour chaux fortement hydraulique);
- 4,5-9 (chaux douce hydraulique).



Dans ce cas, nous avons la valeur absolue = 4,2 (pour le matériau du bloc de mur) et 4,35 (pour le matériau de la carrière). Le résultat peut être qualifié de chaux "moyenne hydraulique" avec un biais pour la "forte hydraulique".

Les propriétés hydrauliques et l'augmentation rapide de la résistance sont typiques de la chaux fortement hydraulique. Plus la valeur du module hydraulique est élevée, plus la chaux hydraulique s'éteint plus vite. Alors la valeur du module est plus faible, alors les réactions sont moindres et le matériau pourrait être défini comme la chaux douce-hydraulique.

Dans notre cas, nous avons une valeur de module moyenne, c'est-à-dire une vitesse tout à fait normale tant pour l'extinction que pour son durcissement. Ce fait est approprié pour le complexe de travaux de construction des murs de Saqsaywaman, sans utiliser d'outils de haute technologie et de recherches scientifiques.

Lors de la connexion, le processus chaux vive (calcaire traité thermiquement) avec de l'eau (H₂O), le hydraulique d'extinction de la chaux démarre. Ce processus peut être décrit comme la transformation de la minéraux anhydres, composant le matériau, en hydroaluminates, hydrosilicates, gidroferrates et, par conséquent, toute la masse se transforme en une «pâte de chaux». La réaction d'extinction de la chaux commune et hydraulique est exothermique. La chaux hydratée, formée par cette réaction Ca(OH)_2 , réagit avec l'air CO₂ ($\text{Ca(OH)}_2 + \text{CO}_2 = \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$) et avec la composition du groupe $(\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3) \cdot n\text{H}_2\text{O}$. Après la solidification et la cristallisation, il forme un très substance solide et imperméable.

Lors de l'extinction de la chaux hydraulique et commune, en fonction du temps d'extinction, de la composition quantitative de l'eau, et de nombreux autres facteurs, un certain pourcentage de grains "remarquables" CaO, reste encore dans le mélange de chaux. Ces grains peuvent être éteints avec une réaction lente pendant longtemps après la fossilisation du matériau, formant des microvides et des cavités, des inclusions ou des globules individuels, formés par les minéraux, sans rapport avec le mélange de base du matériau. En particulier, de tels processus se déroulent dans les couches géologiques souterraines, interagissant avec l'environnement externe agressif, tel que l'eau ou l'humidité, contenant divers alcalis et acides.

Vraisemblablement, ces formations sont causées par les grains de chaux vive d'oxyde de calcium, que l'on peut voir sur les murs de la forteresse de Saqsaywaman sous forme de points blancs sur une surface grise des blocs :



Points blancs sur les blocs gris des murs de Saqsaywaman.

Les bonnes propriétés de dureté et de résistance à l'humidité de la substance obtenue (sans ajout de silice fine) ont été estimés **pendant l'expériences** sur le mélange de la chaux vive avec de la silice fine dans le pourcentage correspondant, avec l'extinction suivante de celle-ci. Après tout, la substance molle a été placée dans des formes spéciales, conçues pour la solidification des échantillons.

La propriété de résistance à l'eau empêche l'adhérence entre les échantillons déjà durcis et ceux nouvellement préparés, assurant ainsi la conjonction sans espace des surfaces du bloc. Après la solidification complète, les échantillons peuvent être facilement détachés les uns des autres, montrant ainsi qu'ils ne sont pas monolithiques avec les autres blocs, étant placés ensemble dans la construction du mur. Après la solidification, les surfaces des échantillons deviennent brillantes, comme si elles avaient été polies. Ce fait pourrait s'expliquer par la présence de la silice amorphe, qui après l'interaction avec le CaCO₃ recouvre les blocs d'une « peau » de silicate.

Deuxième conclusion préliminaire :

Les blocs des murs Saqsaywaman sont faits de **chaux hydraulique**, obtenu en appliquant un effet thermique sur le calcaire péruvien.

Il est bien connu que toute chaux vive (aussi bien hydraulique qu'ordinaire) a la capacité d'augmenter son poids, tout en interagissant avec l'eau. Selon la composition de la substance, son volume peut être augmenté de 2 à 3 fois.

Les méthodes possibles d'effet thermique sur un calcaire.

La température requise pour la cuisson du calcaire est de 900° - 1100°C. Elle peut être obtenue par les différentes voies disponibles :

- Extrusion de lave (dans ce cas, nous supposons un contact étroit des formations calcaires avec la lave);
- Éruption volcanique (lorsque les minéraux sont brûlés et éjectés dans l'atmosphère au moyen de la pression de gaz interne) ;
- Facteur humain. (Voie technologique)



Fontaine de lave de 10 mètres, Hawaï, États-Unis. (photo : JD Griggs, Wikipédia.)



Formation Rodadero. Cuzco (photo des archives du National Geographic. 1941)

Les recherches, fournies par les volcanologues, nous montrent, que la température de la lave, qui est déversée sur la surface de la planète, fait 500° - 1300°C. La température suffisante, bonne pour la combustion du calcaire est de 800° - 900 °C. Les laves avec une telle température sont avant tout les laves de silicium. La teneur en SiO₂ dans ces laves varie entre 50 et 60 %. La lave devient plus visqueuse avec l'augmentation du pourcentage de silice, et donc son étalement en surface est limité. En se répandant en surface, il réchauffe les strates géologiques contiguës à une distance proche du lieu d'extrusion, entrant ainsi en contact avec les couches géologiques externes ainsi qu'avec les mines de calcaire sous-jacentes.

L'exemple est le "trône inca", sculpté dans l'une des formations d'extrusion de lave. Cette formation peut également être représentée comme le calcaire silicifié à haute teneur en silice et alumine, ou opoka. Le processus de cristallisation, se produit ici d'une manière tout à fait différente par rapport aux principales strates rocheuses, couvrant les "coulées de Rodadero". Bien sûr, cette hypothèse nécessite plus d'analyse et d'étude de la formation décrite.

Cette formation géologique est située non loin de la forteresse de Saqsaywaman et, de par toutes ses propriétés, aurait pu être ce "fuser" qui a autrefois réchauffé les strates calcaires jusqu'à la température requise. Après extrusion, il a formé une colline bizarre, ayant coupé et dispersé des fragments préchauffés de strates calcaires dans la direction différente du point d'injection.

Selon certaines données scientifiques, cette colline est représentée par le porphyre augite-diorite (qui est à base de dioxyde de silicium (SiO₂ - 55-65%)), qui fait partie du plagioclase (CaAl₂Si₂O₈, ou NaAlSi₃O₈). Le rôle fondamental que nous attribuerons au plagioclase anorthite CaAl₂Si₂O₈, car la lave coulée va au contact direct avec les couches calcaires, qui sont majoritairement composées de Ca₂CO₃.



Formation Rodadero. Cusco

Les "flux" gelés de l'extrusion Rodadero ne sont pas limités par le seul lieu de point d'injection. Ils continuent leur chemin sous la surface de la planète, parmi les couches géologiques calcaires de la région.

L'étude de cette formation n'est pas terminée. Cela nécessite des recherches et des analyses supplémentaires. Mais toutes les preuves des effets des hautes températures (environ 1000 °C) sont toujours là.

Ainsi, le calcaire, chauffé et brûlé (se transformant ainsi en chaux éteinte hydraulique), réagit avec l'eau de pluie, la source chaude, le réservoir ou la vapeur d'eau - s'éteint immédiatement, puis se transforme en une "pâte de chaux".

La cristallisation et la calcification se produisent selon le scénario expliqué précédemment. De plus, dans ce cas, la réaction avec l'eau transforme la matière première calcinée en une masse fine (le broyage préliminaire de la pierre en poudre n'est pas nécessaire ici). Le résultat de cette réaction - est la destruction complète de toutes les particules fossiles et biogènes. Ainsi, nous avons cette "transformation magique", causée par la recristallisation du calcaire biogénique en calcaire microcristallin.

Si nécessaire, la pâte de chaux peut être stockée pendant des années, si le facteur air a été exclu.

Un bon exemple de la pâte de chaux congelée - sont les "pierres d'argile" bien connues avec les artefacts typiques sur leurs surfaces. Dans certains cas, ces pierres présentent des traces d'enlèvement de leur couche superficielle. Cette preuve correspond à l'hypothèse de chauffer toute la masse du "rocher", après quoi leurs surfaces, par rapport au noyau, ont subi des contraintes thermiques beaucoup plus élevées et pourraient être facilement traitées. Apparemment, c'est l'explication de tous ces artefacts externes spécifiques, que l'on peut observer sur les surfaces des "pierres d'argile". La pâte de chaux a été prélevée des couches superficielles douces chauffées du calcaire, jusqu'à ce que les couches non chauffées plus profondes soient approchées. Ainsi, nous pouvons observer les "artefacts d'argile" restants jusqu'à nos jours.



"Argile-pierre". Photo par A. Verianov

Une autre possibilité de faire une pâte de chaux, peut être fournie par la cendre volcanique. Sa granulométrie et sa composition minéralogique diffèrent selon les couches géologiques formant les zones d'activité volcanique. Ensuite, les particules de cendres plus petites, puis une qualité supérieure de la pâte pourraient finalement être obtenues ; et par conséquent le processus de cristallisation et de pétrification serait complété avec des données plus élevées. Le fait est que les particules de cendres peuvent atteindre la taille de 0,01 micron. En comparaison, le broyage fin des particules de ciment moderne fait environ 15-20 microns.

De fines particules de cendres volcaniques forment une "pâte minérale", après avoir interagi avec l'eau ou l'humidité. Cette «pâte minérale», selon sa composition et ses conditions, peut se répandre sur le sol, se mélanger à ses couches, formant ainsi un sol fertile ou des surfaces rocheuses solides de formes diverses, se concentrant dans les crevasses rocheuses et les basses terres.

La variété des artefacts, restant sur les surfaces de ces formations géologiques, révèle une variété d'informations, "représentées" là-bas sur le moment de la solidification et de la cristallisation des pierres. Mais dans notre cas, la version de la cendre volcanique, n'explique pas la présence de fossiles organiques dans l'échantillon de calcaire, prélevé dans la carrière.



Empreintes de pas dans les cendres de la Tanzanie. [Laetoli](#)

En plus de toutes les versions décrites, il ne faut pas oublier le facteur humain (traitement thermique d'un calcaire). Le feu de joie habilement créé peut atteindre des températures de 600° à 700°C, et parfois même 1000°C.

La température de combustion du bois est d'environ 1100 °C, celle du charbon d'environ 1500 °C. Dans notre cas, il est nécessaire de construire des "fours" spéciaux, ce qui n'est pas un gros problème pour les peuples anciens, ainsi que pour la civilisation moderne.

CONCLUSION

- Lors de la construction, les blocs calcaires ont subi une certaine influence dont les conséquences ont été la disparition/dissolution des restes organiques sur le chemin de la carrière jusqu'au lieu de construction.
- Les blocs des murs de Saqsaywaman sont en pâte de chaux hydraulique, obtenue par insolation thermique sur le calcaire péruvien.

* * *

Bien sûr, nous avons besoin de recherches et d'analyses plus détaillées, afin d'estimer le véritable raison des effets thermiques sur le calcaire étudié. Qu'il s'agisse de facteurs humains ou naturels, mais le fait demeure le fait -recristallisation de calcaire siliceux biogénique en calcaire siliceux microcristallin. Le résultat de ce processus que nous pouvons voir dans le matériau, formant les blocs polygonaux muraux de la forteresse de Saqsaywaman. Dans des conditions naturelles normales - ce processus est absolument impossible.

Le processus de recristallisation nécessite une exposition à long terme à des températures allant jusqu'à 1000 °C, suivi du mélange de l'analogie de chaux vive hydraulique avec de l'eau, après quoi la "pâte de chaux" éteinte est formée.

Selon tous les faits, mentionnés ci-dessus, cette "pâte argileuse mystérieuse", formant les blocs polygonaux des anciens murs mégalithiques de la forteresse de Saqsaywaman, et la technologie de sa construction ne laissent plus de doutes. La procédure de traitement de la matière première « pâte de chaux » (chaux hydraulique) avec son montage conséquent dans les gros blocs – ne semble plus impossible, même pour les peuples anciens.

Ainsi, la nécessité d'utiliser tout équipement de haute technologie fantastique est complètement éliminée, ainsi que le travail manuel incroyablement dur pour couper et faire glisser les blocs mégalithiques jusqu'au lieu de construction.



RÉFÉRENCE:

1. A. Verianov, N. Berdnikov. "Recherche géo-radar et géochimique de la forteresse de Saqsaywaman." (GEO et Associés & [Institut de Tectonique et de Géophysique](#). Académie russe des sciences. Branche extrême-orientale. (FÉV RUS).
2. [Henri Gerth. "Der geologische Bau der sudamerikanischen Kordillere." Gebrader Borntraeger, Berlin-Nikolassee, 1955](#)
3. GI Teodorovitch. « La doctrine des roches sédimentaires. Leningrad : Gostoptechizdat, 1958.
4. Jean Pierre Protzen. "Inca Carrières et taille de pierre." L'Université de Californie, Berkly.
5. YM Bewt "La technologie du ciment et d'autres matériaux de cimentation". Stroiizdat, Moscou, 1976.
6. AV Storcheus. « A la question du mécanisme des explosions volcaniques ». Institut de volcanologie et de sismologie FEB RUS, Petropavlovsk-Kamchatskiy, 2009.
7. FolkR.L. "Classification pétrographique carbonatée des calcaires" Am. Cul. Essence. Géol. Taureau. 1959.
8. "Qui a laissé les empreintes de pas à Laetoli" http://www.chelovechestvo.ra/lyudi_niotkuda/kto_ostavil_sledy_na_peske_v_laetoli.html
9. Le matériel photographique est fourni par Patricia Awyan, A.Verianov et l'Institut de tectonique et de géophysique du nom de l'académicien Yu.A. Kossyguine FEB RAS (<http://itig.as.khb.ru>)
10. Matériel photo, extrait des ressources Internet : <http://dic.academic.ru/dic.nsf/rawiki/163207> http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Opoka_rock_Saratov_2.jpg?uselang=ra