



Cal Hidráulica Natural

- **Cal Hidráulica Natural, Argamassas de Cal, Argamassas Fluidas e Acabamentos**

- **Cal Hidráulica Natural**
 - Condensação e Isolamento
 - Erradicação da Humidade e Controlo dos Sais Higroscópicos
 - Argamassas Fluidas de Estabilização e Consolidação
 - Brick Mesh
 - A Cal Hidráulica na Construção Nova
 - Tintas e Acabamentos de Cal
 - Reabilitação de Fachadas
 - Diagramas relativos aos efeitos sobre Alvenarias de Pedra Porosas
 - Comparações
 - Conclusão

Contacte-nos para :

Telling Lime Products Limited
Primrose Avenue
Fordhouses
Wolverhampton
WV108AW
Tel +44 1902 789777
Fax *44 1902 398777
Email info.telling@btinternet.com

Argamassas de Cal hidráulica Natural, Argamassas Fluidas e Acabamentos



Usando um processo de fabricação moderno e actualizado, a gama de produtos de cal hidráulica natural **Unilit** consegue reproduzir a resistência, a porosidade, a aderência e a flexibilidade das argamassas históricas. A **Telling** é conhecida por ter reintroduzido a cal hidráulica no Reino Unido no princípio dos anos 1900, e comanda o mercado no que respeita a qualidade, gama e desempenho na utilização da cal hidráulica natural. Os nossos conhecimentos e experiência não têm igual.

XIX e XX, junto com a compreensível vantagem de uma resistência mecânica acrescida, serviram para a eliminação das artes tradicionais dos mestres na criação de uma argamassa de cal. Isto conduziu a uma distorção no conceito de argamassa até um extremo tal que hoje uma “argamassa tradicional” é definida como sendo uma combinação de cimento / areia / cal, apesar de isto ser apenas pouco mais do que um processo moderno adoptado para a satisfação das necessidades da construção de grande produção. Desde o começo do século XX até metade dos anos 1970, os benefícios da cal nos trabalhos de conservação eram largamente ignorados, daqui resultando que muitas estruturas antigas foram danificadas pela aplicação de argamassas incompatíveis de cimento e de epoxi.

As vantagens dos projectos de conservação com cal são agora reconhecidas, mas graças a 50 ou 60 anos de ausência da sua produção para uso na construção, os conhecimentos relativos ao desempenho da Cal Hidráulica não são totalmente compreendidos. Muitas pessoas consideram a Cal Hidráulica como sendo densa, resistente e cimentícia, porque a sua fonte de informações é geralmente referida aos Cimentos Romanos usados por todo o Reino Unido durante o século XVIII tardio e o século XIX. Estas afirmações são geralmente verdadeiras em consequência dos métodos de produção usados nessa época. Os produtos **Unilit**, no entanto, são Cales Hidráulicas Naturais, uma



argamassa totalmente distinta, nas suas características de desempenho, das produzidas nos séculos XVIII e XIX. A **Unilit** é produzida pela selecção de uma pedra calcária escolhida que, quando aquecida a uma temperatura específica, produz uma argamassa com porosidade óptima, com presa inicial e carbonatação lenta, sendo estes os pré-requisitos para uma argamassa de restauro compatível e simpática. A resistência dessa argamassa é controlada pela relação entre as quantidades da areia e da mistura de cal, e não pela sua hidraulicidade, que pode ser fraca, moderada ou eminente, já que esta hidraulicidade é referida relativamente ao prazo da presa química inicial e não, como se acredita vulgarmente, relativamente à resistência da argamassa.

As Cales Hidráulicas **Unilit** reproduzem as fabricações de argamassas históricas, as quais, devido às disponibilidades locais de agregados e à forma imprecisa como eram cozidas, produziam reacções hidráulicas com consistências variáveis. Isto é completamente o oposto às cales puras modernas, já que estas são o resultado da classificação selectiva e da cozedura da pedra calcária. O que conduz à produção de cal 99,9% pura à qual pode ser adicionado material pozolânico, por vezes mesmo cal hidráulica, para lhe criar uma presa hidráulica. A cal pura é um material produzido para utilizações químicas e agrícolas, e estava muito para além das capacidades de produção dos artesãos medievais.

Quatro das mais significativas vantagens da cal hidráulica natural gorda / em pasta, são :

1. A sua presa inicial, hidráulica, permite ao conservador executar progressos ininterruptos durante todo o ano, especialmente durante os meses de inverno, sempre que se proporcione alguma protecção (apenas) durante as primeiras 72 horas de cura, em vez de meses a fio.
2. A qualidade do seu fabrico assegura que mesmo em resultado de submetida a elevados níveis de perda de humidade no início da sua presa hidráulica, a cal hidráulica natural não irá sofrer as indesejáveis contaminações por depósitos de cal livre na face da argamassa (sangria).
3. A cal hidráulica natural tolera as transferências de humidade e de sais sem deterioração, mesmo que estas ocorram durante os primeiros dias da sua carbonatação.
4. Permite que o trabalho seja concluído rapidamente, poupando-se tempo e dinheiro.

As dificuldades conhecidas ao trabalhar-se com cal são evitadas pela introdução dos produtos **Unilit**. Estes foram desenvolvidos para o mercado do restauro pela avaliação sensata de um processo moderno para se produzirem materiais tradicionais para restauro, que não necessitem de mão-de-obra muito habilitada para a sua aplicação com sucesso.

Cal Hidráulica Natural

A maioria da pedra calcária no Reino Unido e as formas primitivas como era cozida nos tempos medievais, produziram cales de hidraulicidade variável que proporcionavam presas hidráulicas desde fracas até eminentes. Isto permitia aos artesãos produzirem argamassas mais aptas a suportarem as condições climáticas inclementes / rudes, com reduzidos riscos de insucesso. Também induziam uma presa hidráulica mais rápida quando necessária, pela adição de materiais reactivos tais como entulhos, pó de tijolo, etc. um método conhecido desde os tempo Romanos.

Os nossos laboratórios em conjunto com programas de estudo encomendados em conjunto com Universidades do Reino Unido e da Europa possibilitaram-nos compreender e reproduzir as características de desempenho químico e físico da cal hidráulica e convertê-la para as tecnologias de ponta dos mercados da conservação e da construção nova. Garantimos os nossos produtos contra o insucesso durante 10 anos e seguramo-los contra defeitos sob um seguro de indemnização profissional.

A composição química da cal hidráulica **Unilit** é silicato de bi-calcite quando usada como ligante. É fabricada pela cozedura de variedades específicas de rocha calcária a baixas temperaturas, por forma a se preservarem os depósitos naturais contidos na sua composição geológica. Após cozedura, é triturada e crivada para que se produza um ligante poroso com uma granulometria específica. O teor de silicato da cal pode ser suplementado com rochas siliciosas seleccionadas pelas suas pureza e compatibilidade.

A importância da granulometria da areia e do teor de ligante no que respeita à porosidade, trabalhabilidade e resistência não podem ser desprezadas na produção das argamassas de cal. Estas características eliminam o risco de insucesso provocado por incompatibilidade, uma causa frequente de retracção, fendilhação e fractura.

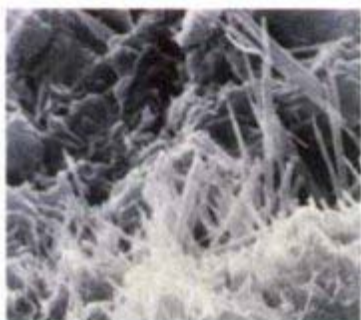


Fig. 1.



Fig. 2.

ACIMA : uma comparação entre a estrutura aberta da cal hidráulica e a do cimento sob grande ampliação, após 6 dias.

A Fig. 1 mostra claramente a formação de calcite no cimento, da qual resulta resistência, mas também baixa porosidade. A Fig. 2 mostra a estrutura de poros abertos da cal.

Condensação e Isolamento



A estrutura de poros abertos das argamassas de cal proporcionam benefícios relativamente aos materiais cimentícios densos, já que não transmitem o calor e o frio tão rapidamente. A flexibilidade destas argamassas asseguram que os movimentos provocados pelos ganhos térmicos são significativamente reduzidos. As juntas de dilatação não são necessárias já que os materiais tem uma capacidade natural para acomodarem movimentos em qualquer elemento, preferentemente a moverem-se como uma massa.

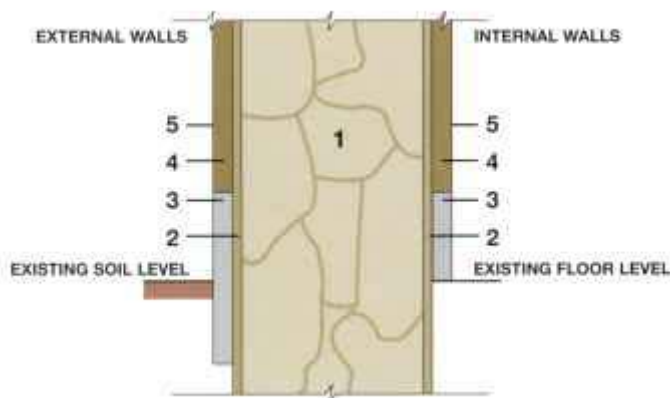
A argamassa **Unilit 20** é uma cal hidráulica combinada com perlite para proporcionar uma isolante natural que erradicará os problemas causados pela condensação ou pelo choque térmico. Melhorando o valor de isolamento do edifício, a **Unilit 20** regula o teor de humidade na estrutura, o qual pode evoluir pela introdução de aquecimentos central em estruturas antigas. É particularmente adequada para edifícios com valor arquitectónico ou histórico, em que sejam críticos a capacidade e o cuidado postos na selecção das técnicas de conservação. O produto é extremamente leve (4 kg/cm/m²) o que o torna ideal para aplicações com espessuras entre 15 e 100 mm sobre bases fracas.

Erradicação da Humidade e Controlo dos Sais Higroscópicos

É essencial uma correcta investigação para se estabelecerem as causas da humidade e a espessura da parede, a temperatura, a ventilação e a transmissão de calor, todas as quais controlam o movimento do vapor, assim como a capacidade da estrutura para se comportar como um elemento seco. Defeitos estruturais, selantes impermeáveis, revestimentos decorativos e rebocos cimentícios densos, todos podem afectar negativamente o desempenho do edifício.

A acumulação de excessos de humidade atrás das camadas de argamassa, de tinta ou de revestimentos expostos ao tempo, e a sua subsequente evaporação levam à formação de depósitos de sais higroscópicos. Estes provocam a fendilhação da pintura e a degradação da constituição do edifício. Procurar-se uma cura por extracção mecânica ou por aplicação de um revestimento sintético é negligenciar-se o ataque às causas da humidade inicial. A cal hidráulica natural proporciona uma ligação vital entre as necessidades do projectista moderno e as do conservador. A cal hidráulica não se degrada pela presença da humidade ou de infiltrações numa camada de base. Na realidade, o seu desempenho é melhorado por estas, já que promovem a sua presa inicial. A **Unilit** não sofre de "sangria" da cal livre provocada pela exposição precoce a humidades excessivas. O produto **Unilit 30** pode ser utilizado em aplicações para a contenção de sais, tais como em caves, e contra a humidade ascendente. A estrutura única destes produtos asseguram uma estabilização óptima ao mesmo tempo que controlam os sais.





LEGENDA

1. Base em alvenaria existente.
2. Remover os rebocos de cal, rebocos cimentícios sintéticos ou acabamentos por pintura existentes, antes do passo 3.
3. Aplicação de uma argamassa **Unilit 30** para inibição e extração de humidade, com um mínimo de 600 mm acima do nível do terreno exterior, quer por dentro, quer por fora da edificação, e com uma espessura de 12 a 15 mm.
4. Reboco de cal.
5. Acabamento colorido à base de cal, ou Caiação.

Argamassas fluidas de Estabilização e de Consolidação

A consolidação de estruturas existentes é cada vez mais chamada para a preservação de túneis, canis e pontes. Diversas autoridades Europeias em ensaios têm desenvolvido estudos para o acréscimo dos conhecimentos neste campo específico. A utilização da consolidação para a estabilização ou rejuvenescimento de estruturas debilitadas deve ter em conta das propriedades físicas e mecânicas da construção original. Podem ser encontrados materiais fáceis de serem aplicados e compatíveis, com formulações comparáveis, entre a gama de argamassas e de argamassas fluidas **Unilit**. As argamassas de injeção proporcionam que o equilíbrio das propriedades físicas seja mantido sem efeitos negativos sobre os componentes estruturais. O sucesso da injeção depende da sua capacidade para estabilizar a massa sem risco de causar esforços estruturais ou fracturas, os quais podem suceder pela utilização de meios mais fortes do que os elementos que estão a ligar. A permeabilidade ao vapor, a resistência mecânica e uma excelente penetração pelo líquido e o baixo conteúdo de sais das Argamassas de Cal **Unilit** fazem a sua gama particularmente adequada.

São fornecidas granulometrias entre 0 e 4 mm em argamassas fluidas e argamassas de reparação pré doseadas. Também estão à venda Cal Inglesa composta com agregados calcários, bem como na forma hidratada. A pressão de aplicação ou de injeção estão testadas com sucesso, sendo também possíveis as aplicações por gravidade.

Brick Mesh

O reforço superficial é mais uma opção para bases degradadas. A **Telling** fornece "**Brick Mesh**", um arame de aço inoxidável revestido com nódulos de argila para assegurar a fusão da cal com o mineral natural. As bases fissuradas ou que sofram de elevados níveis de movimentos são populares para aplicações de "**Brick Lathe**" o mesmo se passando com as bases de madeira. A moldagem ou a configuração previa da malha aos perfis existentes antes de se correr o estuque de gesso para a formação de molduras, frisos, etc. é um método de utilização que reduz custos.



A Cal Hidráulica na Construção Nova

Existe um interesse crescente pela parte dos Projectistas na reintrodução da cal como um ligante de materiais de construção em projectos de construção nova. Para trabalhos com pedra, particularmente onde sejam usados meios porosos, a cal é um material perfeito quer se trabalhe com juntas espessas ou finas. Qualquer penetração da humidade na fachada é extraída tão depressa quanto entre em contacto com as juntas de assentamento. Os trabalhos de acabamento em pedra ou em tijolo não sofrem de contaminações a partir das argamassas de assentamento, e a tolerância aos movimentos permite construir-se sem juntas de dilatação.

As argamassas básicas são fornecidas pré embaladas, na forma hidratada ou em pré doseamento, sendo fabricadas no Reino Unido com areia de pedra calcária de granulometria apropriada.

As argamassas de corantes naturais (terras) são pré doseadas para proporcionarem acabamentos coloridos que envelhecem ao tempo e se comportam de forma semelhante à da pedra natural. A ligação garantida entre cal e cal permite serem executadas espessuras razoáveis sem o risco de delaminação entre as diferentes camadas. A **Unilit** está particularmente adequada para a execução de rebocos característicos sobre "ashlar", cornijas e molduras. O baixo conteúdo em sais e o controle da cal livre nas argamassas assegura que a fachada é resistente às manchas por carbonatação.

Os pedreiros vêem favoravelmente a cal hidráulica por causa da sua excelente trabalhabilidade, conseguida pela adição de plastificantes sintéticos, e também pela facilidade com que é aplicada e amassada.



Tintas e Acabamentos de Cal

Existem à venda uma quantidade razoável de tintas de cal, com uma gama de texturas e de cores que mantém a compatibilidade e a porosidade da base. Entre elas a **“Corical Range”** junto com os estuques polidos Venezianos, imitam revestimentos a mármore, acabamentos com agregados granulares e acabamentos ásperos.

A compatibilidade entre a pintura e os sistemas de estuque assegura muitos anos de resistência à degradação por pulverização, fissuração ou descamação os produtos estão adequados para usos interiores e exteriores.



Reabilitação de Fachadas

As estruturas antigas rebocadas com Cimento Romano e argamassas de cal não devem necessariamente ser “picados até ao osso”. A gama de meios de ligação existentes na linha **Unilit** assegura uma perfeita adesão e compatibilidade constituindo uma opção competitiva para a reabilitação de fachadas. Ver no catálogo de produtos a **Unilit 10** e a **Unilit 15** (P1 e P2).



Diagrama dos Efeitos sobre Alvenaria de Pedra Porosa

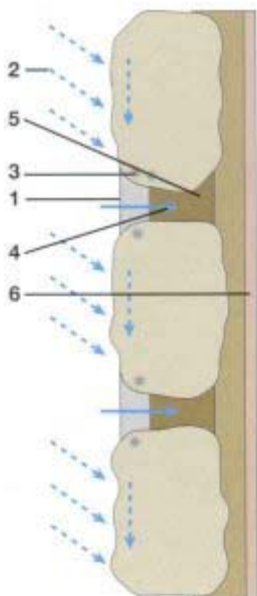


Fig. 1 – Refecimento de juntas com Cimento – Alvenaria de Pedra Porosa

1. Meio cimentício de refecimento de juntas sobre alvenaria de pedra porosa.
2. As setas azuis indicam a queda de chuva no exterior e a passagem da humidade para dentro e para baixo, através de fissuras na pedra, em direcção às juntas refecidas.
3. Indica a formação de humidade e cristalização de sais no ponto onde a humidade penetra na junta de cimento.
4. A seta indica a direcção da humidade para dentro da junta de assentamento da alvenaria feita com cal.
5. Consequência da retenção da humidade pelo cimento. Esta leva à formação de sais e de infiltrações na face interior do estuque (6).

Eventuais destacamentos do cimento consequentes do enfraquecimento da pedra pelos sais. É provável que se formem danos por fractura e queda do cimento, devidas à acção de congelamento/descongelamento, que arrastará partes da pedra existente consigo, especialmente se a matéria cimentícia for mais forte do que essa pedra.

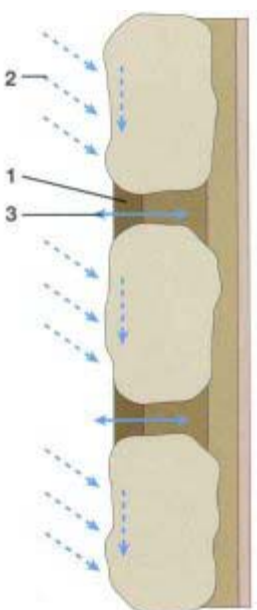


Fig. 2 – Refecimento de juntas com Cal Hidráulica – Alvenaria de Pedra Porosa

1. Argamassa de juntas com Cal Hidráulica.
2. As setas azuis indicam a queda de chuva no exterior e a passagem de humidade para dentro e para baixo, através de fissuras na pedra, em direcção às juntas refecidas.
3. As setas indicam o movimento do vapor para dentro e para fora das juntas em cal hidráulica, assegurando estabilização, secagem e ausência de formação de sais. Não é provocada a saturação da junta em cal existente. A cal hidráulica nunca fica mais rija do que a pedra. As ligações minerais entre a cal hidráulica e a pedra, e entre a cal hidráulica e a base original de alvenaria ficam asseguradas.

Comparação

Depósitos de sais em %								
FEN X	CaO	K ₂ O	Na ₂ O		CIMENTO	CaO	K ₂ O	Na ₂ O
HIDRATADO	0,79	0,27	0,05		HIDRATADO	3,78	0,52	0,07
NATURAL	1,29	0,41	0,07		NATURAL	4,14	0,54	0,08

FIG.1. Resultados de ensaios de rotura à compressão em cubos de argamassa :

1. Areia grossa (Areia 1)										
A. Cubos de argamassa de cal (1:3 Cal-Areia)					B. Cubos de Argamassa de Cimento Portland Normal (1:3 Cimento-Areia)					
Resistência à compressão de cubos de cal (N/mm ²)					Resistência à compressão de cubos de Cimento P. N. (N/mm ²)					
AMOSTRA	7 dias	14 dias	28 dias	56 dias	AMOSTRA	7 dias	14 dias	28 dias	56 dias	
1	1,82	2,78	3,45	4,85	1	18,90	21,70	24,33	28,74	
2	1,93	2,95	3,65	5,10	2	18,24	22,56	26,59	26,86	
3	1,79	2,80	3,50	4,77	3	18,42	23,05	25,65	28,92	
Resistência à flexão de cubos de cal (N/mm ²)					Resistência à flexão de cubos de Cimento P. N. (N/mm ²)					
AMOSTRA	7 dias	14 dias	28 dias	56 dias	AMOSTRA	7 dias	14 dias	28 dias	56 dias	
1	0,16	0,25	0,28	0,45	1	1,93	2,23	2,38	3,04	
2	0,18	0,21	0,32	0,49	2	2,37	2,35	2,58	3,26	
3	0,12	0,19	0,34	0,51	3	2,49	2,12	2,33	3,40	

2. Areia fina (Areia 2)										
A. Cubos de argamassa de cal (1:3 Cal-Areia)					B. Cubos de Argamassa de Cimento Portland Normal (1:3 Cimento-Areia)					
Resistência à compressão de cubos de cal (N/mm ²)					Resistência à compressão de cubos de Cimento P. N. (N/mm ²)					
AMOSTRA	7 dias	14 dias	28 dias	56 dias	AMOSTRA	7 dias	14 dias	28 dias	56 dias	
1	1,00	1,53	2,02	2,56	1		14,18	15,47		
2	1,10	1,66	2,15	2,98	2		14,31	16,37		
3	0,96	1,43	2,03	2,65	3		15,37	18,61		
Resistência à flexão de cubos de cal (N/mm ²)					Resistência à flexão de cubos de Cimento P. N. (N/mm ²)					
AMOSTRA	7 dias	14 dias	28 dias	56 dias	AMOSTRA	7 dias	14 dias	28 dias	56 dias	
1	0,09	0,15	0,20	0,25	1		1,38	1,74		
2	0,11	0,12	0,17	0,29	2		1,57	1,81		
3	0,07	0,18	0,21	0,25	3		1,49	1,62		

Conclusão

Os resultados acima apresentados sugerem que usando-se areia grossa (Areia 1) na argamassa de cal conseguem-se melhores resultados (acréscimo de aproximadamente 50% na resistência à compressão) do que se for usada areia fina (Areia 2).isto sugere que, por razões praticas, se deve usar areia grossa para se melhorar a carbonatação e, eventualmente, as resistências à compressão e à flexão. A areia grossa usada neste estudo continha uma elevada percentagem de partículas com 5 mm. Esta dimensão de partículas não irá causar nenhuns problemas em alvenarias de pedra ou de blocos, mas pode provocar alguns na alvenaria de tijolo. Em todos os casos, as partículas de 5 mm podem ser trocadas por partículas de 4 mm, para uma melhor trabalhabilidade e maior facilidade de construção.

Os dados constantes desta secção foram preparados pela Universidade Napier, de Edinburgh, por encomenda da Telling Lime Products, para a qual continuam em curso ensaios sobre adesão, resistências, tolerância aos sais e exposição ao tempo.

A Fig. 2 mostra os resultados de ensaios de porosidade para a argamassa de cal FEN X 1:3 (cal : areia grossa) e outros materiais de construção civil. Pode-se ver que a argamassa de cal FEN X tem uma porosidade razoável. Os resultados sugerem que a argamassa de cal FEN X também tem uma razoável permeabilidade.

FIG. 2. Resultados de ensaios sobre a porosidade sobre tijolos cerâmicos, argamassa de cal e granito (através de 5 a 6 amostras)

Tipo de Amostra	Resistência à Compressão (N/mm ²)	Porosidade por vácuo (%)
Bloco de construção Tipo B	92	14,85
Tijolo cerâmico maciço normal	39	25,04
Argamassa de cal FEN X (1:3)	4,91	30
Granito		&,15

Resultados experimentais

A Fig. 3 mostra os resultados de ensaios sobre a resistência à compressão com idades diferentes, para cubos de argamassa com 70 mm. A tabela indica os resultados para a cal FEN X e um tipo de cimento usado neste estudo. Os resultados da resistência à compressão e os coeficientes de variação foram tomados a partir de 3 cubos de argamassa.

FIG. 2. Resistência à compressão de cubos de argamassa de cimento e de cal (N/mm²)

Tipo de argamassa	7 dias	CV (%)	14 dias	CV (%)	28 dias	CV (%)	42 dias	CV (%)
FEN X	1,85	4,5	2,78	3,1	3,47	4,0	3,84	3,7
Cimento	26,05	4,5	31,87	1,2	32,75	2,6	33,12	3,2