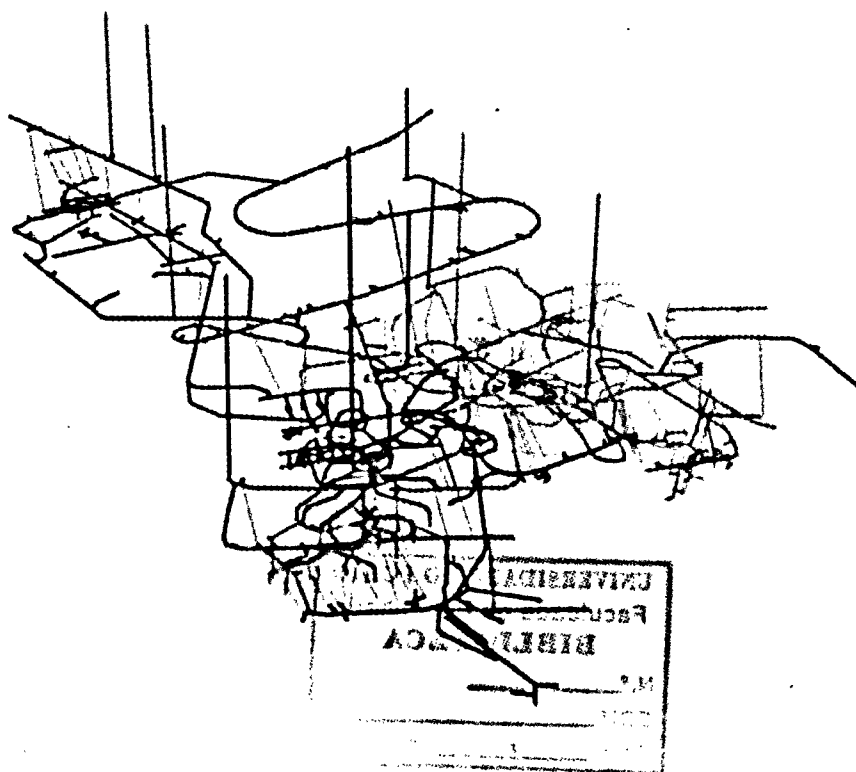


# RELATÓRIO DE ESTÁGIO PROJECTO PASTE-FILL

SOMINCOR  
MINA DE NEVES CORVO

---

LÍDIA BÁRBARA PATROCÍNIO FERNANDES  
1997



# RELATÓRIO DE ESTÁGIO PROJECTO PASTE-FILL

SOMINCOR  
MINA DE NEVES CORVO

## **INDÍCE:**

<b>Sumário</b>	<b>1</b>
<b>Introdução</b>	<b>3</b>
<b>1ª Parte: Exploração</b>	<b>5</b>
<b>Métodos de desmonte</b>	<b>6</b>
"Continuous Drift and Fill"	<b>6</b>
"Bench and Fill"	<b>8</b>
<b>2ª Parte: Projecto Paste Fill</b>	<b>12</b>
Porquê o Paste Fill?	<b>13</b>
Quais as vantagens do Paste Fill?	<b>14</b>
<b>3ª Parte: Trabalhos de Laboratório</b>	<b>16</b>
I - Recolha de material	<b>16</b>
II -Caracterização do material	<b>17</b>
III - Procedimentos para preparação de misturas e ensaios RCU	<b>20</b>
IV - Preparação de misturas	<b>25</b>
V - Resultados RCU	<b>31</b>
VI - Resultados da análise do pH	<b>32</b>
VII - Instalação industrial	<b>33</b>
<b>Conclusões</b>	<b>34</b>
<b>Anexos: Folhas de registo de deformação ao ensaio RCU</b>	<b>36</b>

- SUMÁRIO

Pretende-se com este relatório descrever todo o trabalho desenvolvido na empresa SOMINCOR no período compreendido entre 28 de Abril e 28 de Julho de 1997.

A SOMINCOR como uma empresa de grande nível, está exposta a situações que provocam variações no preço do dólar que por sua vez fazem variar o preço do cobre, os custos de produção, ...

Sendo necessário desenvolver técnicas internas para que se possam manter os custos o mais baixo possível para que as variações das condicionantes externas não tenham um grande impacto na economia da empresa, surgiu a ideia de implementar um novo tipo de enchimento - Paste Fill.

O Projecto Paste Fill engloba o estudo para o novo método de enchimento que tem por base a utilização de rejeitados estéreis das lavarias e cimento.

Estando ainda longe de terminar todo o estudo, é difícil afirmar com toda a certeza qual é a mistura perfeita. Mas a partir dos resultados de resistência à compressão uniaxial obtidos a 28 dias, existem indícios que permitem dizer que as misturas T50C(mistura com 50% de rejeitados ciclados(C) e 50% de rejeitados não ciclados(T)), T50W(mistura composta por 50% não ciclados e 50% de pó de pedra(W)), e C50W(mistura composta por 50% de ciclados e 50% de pó de pedra)

com 5% de cimento (Portland tipo II classe 32.5) têm características excelentes para que o projecto seja implementado com segurança.

Os resultados de todo o trabalho levado a fim indicam que se pode produzir Paste Fill com elevada qualidade podendo ser utilizada com segurança nos desmontes de Neves Corvo. O trabalho foi executado em diversas fases sendo efectuadas até ao momento 45 misturas de diversas composições. Durante o período de estágio foram realizadas 5 misturas( 180 provetes), 40 ensaios de compressão uniaxial(120 provetes). Sendo o tempo de ensaio variável com as percentagens de cimento. Para misturas com 1% de cimento o ensaio de um provete poderá demorar 2 horas e trinta minutos, e para 5% de cimento cerca de 1 hora.

A implementação do Paste Fill na SOMINCOR não apresenta qualquer desvantagem, sendo de lembrar os principais benefícios:

- ◆ Redução dos custos de produção, podendo chegar aos 21%
- ◆ A barragem do Cerro do Lobo continuar a ter capacidade para assegurar a exploração dos recursos de Neves Corvo
- ◆ Ser viável a exploração de minérios zincíferos
- ◆ Aumento do tempo de vida da mina

Quanto mais cedo o Paste Fill for implementado mais rapidamente a empresa poderá usufruir dos lucros que certamente advirão deste projecto inovador.

- **INTRODUÇÃO**

A mina de Neves-Corvo é a maior mina de cobre e estanho em operação em Portugal e provavelmente a mais importante da Europa Ocidental.

É uma das 15 maiores minas mundiais de cobre em relação ao metal produzido.

Neves-Corvo localiza-se no Alentejo, região sul de Portugal, no extremo ocidental da província metalogénica conhecida por Faixa Piritosa Ibérica.

Neves-Corvo é explorado pela SOMINCOR (Sociedade Mineira de Neves-Corvo, S.A), produz concentrados de cobre e estanho, tratando minérios de sulfuretos maciços, em menor quantidade e minérios de ganga silicatada, nas suas duas lavarias. Os concentrados são transportados por via ferroviária até ao Porto de Setúbal e são depois expedidos para as metalurgias localizadas principalmente na Alemanha, Espanha, Finlândia, Canadá e Brasil.

A SOMINCOR iniciou a sua produção em Outubro de 1988 e tem sido muito bem sucedida desde então. A produção de minérios de cobre e estanho tem aumentado todos os anos e em 1995, atingiu 1800 000 toneladas de minério que depois de tratadas produziram 540 000 toneladas de concentrado de cobre, contendo 130 000 toneladas de cobre metal e de 8 400 toneladas de concentrado de estanho contendo 4 600 toneladas de estanho metal. A produção prevista para o ano de 1997 é de 2 milhões de toneladas de minérios cupríferos e de 100 mil toneladas de minérios estaníferos.

# Mina de Neves Corvo

## Corte Esquemático da Infraestrutura Geral da Mina

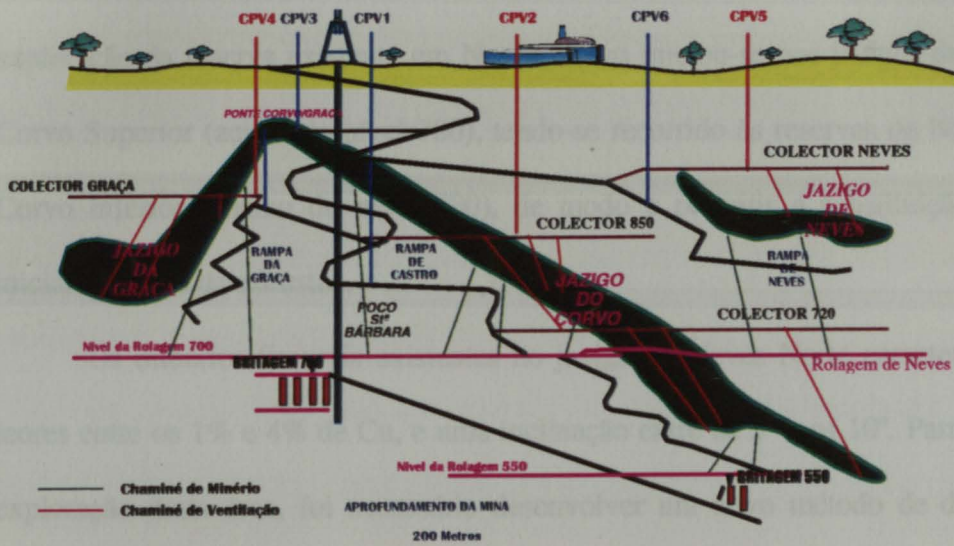


Fig. 1 - Infra-estrutura Geral da Mina

## **1ª PARTE: EXPLORAÇÃO**

Os jazigos tem vindo a ser explorados recorrendo ao método de Drift-and-Fill devido aos elevados teores de minério a ser explorado, e dado a necessidade de selectividade de modo a permitir a separação dos diferentes tipos de minério. A exploração da reserva existente em Neves-Corvo iniciou-se nos jazigos de Graça e de Corvo Superior (acima do nível 700), tendo-se recorrido às reservas de Neves Norte e Corvo Inferior (abaixo do nível 700), de modo a permitir a substituição das zonas iniciais já perto da exaustão.

Os minérios fissurais existentes no jazigo de Neves Norte caracterizam-se por teores entre os 1% e 4% de Cu, e uma inclinação entre os 5° e os 10°. Para viabilizar a exploração desta área, foi necessário desenvolver um novo método de desmonte em Neves Corvo - Bench-and-Fill - dado ser fundamental baixar os custos de produção e ser desnecessária a selectividade existente na exploração das restantes massas mineralizadas.

A aplicação deste método permitiu um aumento significativo de produção em Neves Corvo, com uma redução de custos operacionais, facto que viabilizou a exploração destes minérios de teor marginal.



## **MÉTODOS DE DESMONTE**

### **“CONTINUOUS DRIFT AND FILL”**

#### **Descrição do método**

O desenvolvimento mineiro para a exploração do jazigo é feito a partir de galerias paralelas ao muro da mineralização, a partir da qual são abertas galerias transversais à mineralização. A galeria do muro situa-se a uma distância do minério determinada pela inclinação máxima que as galerias transversais de acesso podem ter para permitir a adequada utilização do equipamento móvel.

Os acessos transversais são desenvolvidos com esta inclinação até interceptar o minério, passando então a uma galeria horizontal, atravessando a massa desde o muro até chegar ao tecto do jazigo.

O desmonte é feito a partir de galeria transversal com abertura de galerias longitudinais dentro da massa, com 5 m de altura, e uma largura variável( 5m a 20m) consoante critérios geomecânicos ou outros de planeamento.

Depois de concluída esta galeria, a área desmontada é então completamente cheia com uma mistura de areia, rejeitados de granulometria grosseira e cimento, transportados hidraulicamente a partir da instalação de preparação à superfície. Terminado este processo desenvolve-se uma nova galeria paralela à primeira e em contacto com o enchimento. Esta metodologia continua até ao contacto do muro, com a extracção total da mineralização presente nos 5 metros.

O acesso ao próximo piso de 5 metros obtém-se por abatimento do tecto do acesso transversal e avançando transversalmente no minério, sendo o piso desta galeria o tecto da anterior ou seja, os trabalhos realizam-se por cima do enchimento.

Em cada 20 m de mineralização é aberta uma nova galeria a muro no jazigo, e da qual saem novas galerias transversais.

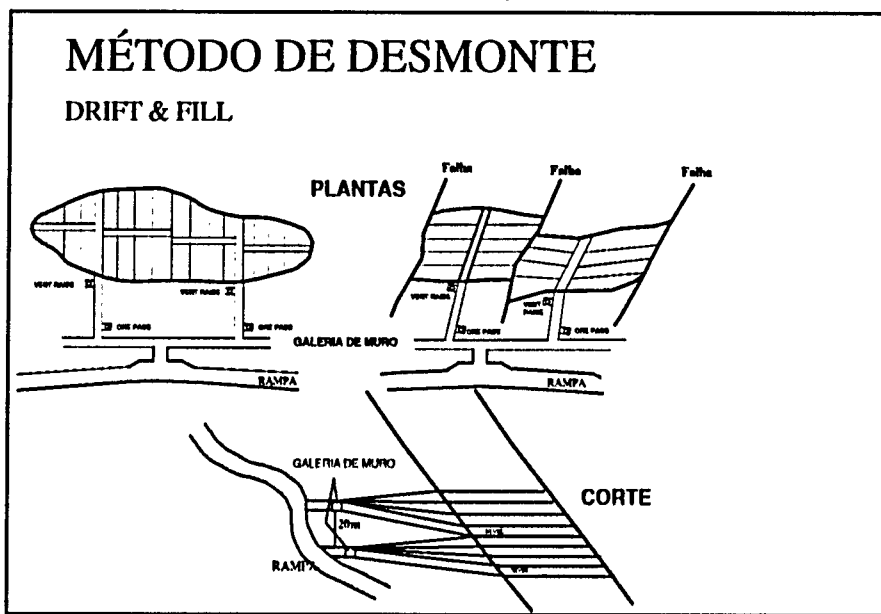


Fig. 2 - Método de desmonte -DRIFT & FILL

## “BENCH AND FILL”

### Descrição do método

O método de desmonte -Bench and Fill- consiste na realização de desmontes transversais ao jazigo, mediante o posicionamento de uma galeria a tecto do jazigo e outra a muro, distanciadas no mínimo de 4 metros (tecto a piso). A galeria superior é alargada para 12 metros, largura essa que constitui o vão final do desmonte. Este alargamento é feito por troços de 20 metros.

A galeria inferior não é alargada, mantendo as dimensões iniciais de 4.5m\*4.7m. Após a finalização do alargamento superior e a colocação do respectivo sustimento é executado uma chaminé de 2 metros de diâmetro que vai servir de caldeira para o desmonte.

Após a abertura da chaminé, esta é alargada mediante furação vertical executada a partir da galeria superior, para um rectângulo de 5 metros de comprimento e com uma largura de 6 metros, tal como se pode observar na figura 3 .



Figura 3 - Desmonte alargado para 12 metros e com metade da slot disparada.

Uma vez disparada metade da slot, é executado o disparo do minério da cunha junto ao final do desmonte, e a restante parte da slot, ficando o desmonte com a forma da figura 4 .

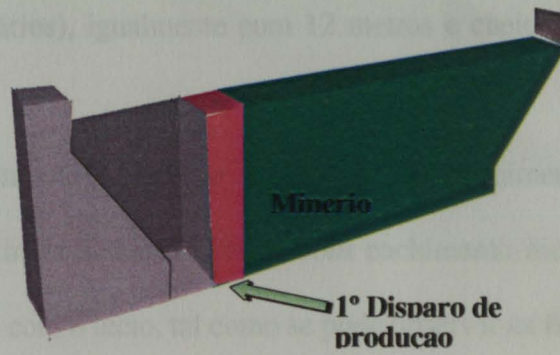


Figura 4 - Desmonte com a slot completada assim como com o disparo da cunha executado.

Uma vez estes trabalhos finalizados pode ser dado início aos disparos de produção, sendo a remoção executada por controlo remoto a partir da galeria inferior tal como se pode observar na figura 5 .

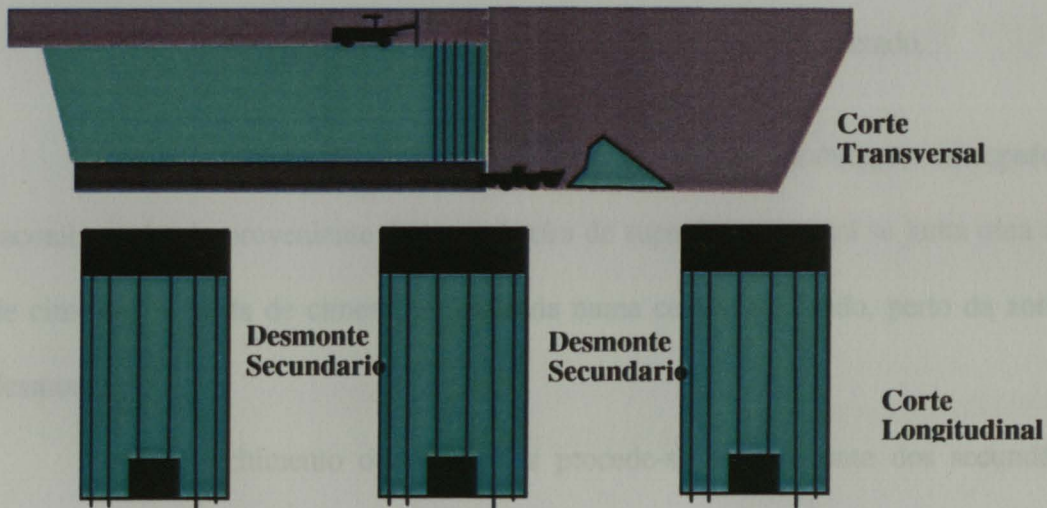


Figura 5 - Corte transversal de um desmorte mostrando as actividades de furação e remoção, e um corte longitudinal onde se pode observar os desmontes primários( a verde) e secundários.

O esquema de produção baseia-se em desmontes primários com 12 metros de largura, que são cheios com enchimento de escombro cimentado, e em desmontes

secundários (entre primários), igualmente com 12 metros e cheios com escombro não cimentado.

Uma vez o desmonte finalizado procede-se ao enchimento com escombro cimentado, sendo os últimos 5 metros cheios com enchimento hidráulico de modo a colocar este em contacto com o tecto, tal como se pode observar na figura 6 .

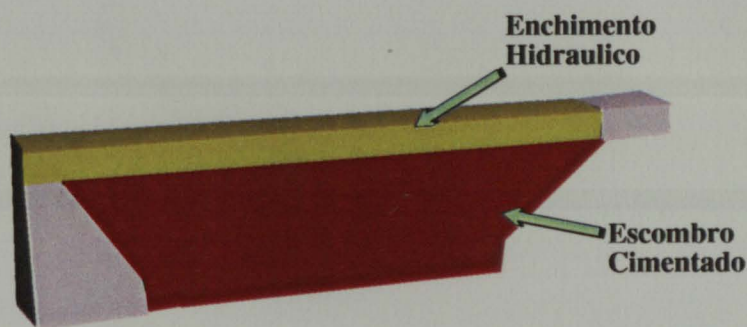


Figura 6 - Desmonte com o enchimento completado.

O enchimento com escombro cimentado procede-se com dumpers carregados de escombro crivado proveniente da escombreira de superfície, ao qual se junta uma calda de cimento. A calda de cimento é realizada numa central de fundo, perto da zona de desmonte.

Após o enchimento dos primários procede-se ao desmonte dos secundários, sendo pois os hasteais em enchimento. O levantamento tridimensional dos primários localiza o enchimento destes, permitindo a realização do projecto de furação nos desmontes secundários, mantendo-se para estes o esquema de produção descrito.

- **RESERVAS**

Está previsto o final da exploração da mina para 2014-2016, sendo estes cálculos feitos com base nas cotações actuais do cobre e do dólar.

## **2ª PARTE: PROJECTO PASTE FILL**

A SOMINCOR como uma empresa de grande nível, está extremamente exposta ao exterior, sendo afectada por situações vividas mundialmente( guerras, conflitos,...).

Estas situações provocam variações no preço do dólar que por sua vez fazem variar o preço do cobre, os custos de produção, ...

Logo é necessário desenvolver técnicas internas para que se possam manter os custos o mais baixo possível para que as variações das condicionantes externas não tenham um grande impacto na economia da empresa.

Uma das “ideias” desenvolvidas para fazer face a este problema foi o projecto Paste Fill.

### **• O QUE É O PROJECTO PASTE FILL?**

O Projecto Paste Fill engloba um estudo para um novo método de enchimento que tem por base a utilização de rejeitados estéreis das lavarias e cimento.

Ao estéril seco (sólidos muito finos) junta-se água de modo que não fique líquido, mas apenas húmido. Adiciona-se uma determinada percentagem de cimento( que neste momento ainda não está definida, pois ainda decorre o estudo sobre as diversas misturas de diferentes composições). Pretende-se que a quantidade de água adicionada seja apenas a necessária para a cura do cimento.

Com esta pasta transportada por gravidade para a mina, vai ser feito o enchimento dos desmontes do Bench-and-Fill e “Mini-Benching”(outro método de desmonte a ser testado em Neves-Corvo).

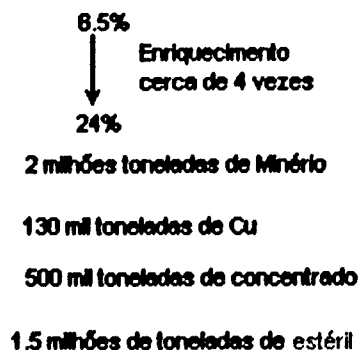
Este projecto vem diminuir a utilização do enchimento hidráulico, permitindo uma economia de custos. O enchimento hidráulico é preparado numa instalação à superfície e enviado para os desmontes utilizando um sistema de furos. A distribuição subterrânea é feita através de uma rede de tubagens de 6”. A composição normal do enchimento é de 80 a 92% de areia, 3 a 7% de cimento e 5 a 10% de rejeitados de fracção grosseira(pó de pedra).

#### • **PORQUÊ O PASTE FILL?**

Na lavaria o minério entra com uma concentração média de 6.5% de Cu, e sai concentrado com 24% de Cu e estéril com 0.8 - 1.0% de Cu ( que são partículas muito finas de pirite que por flutuação não existem meios para as retirar).

O concentrado é vendido e o estéril vai para a barragem de estéreis.

Simplemente, poderemos ter a noção da quantidade de estéril produzido anualmente:





Os rejeitados das duas lavarias são bombados através de uma conduta de 400 mm de diâmetro para a barragem de rejeitados do Cerro do Lobo, situada a 3 Km da Mina.

Os rejeitados são depositados sub-aquaticamente, para evitar a oxidação da pirite, que constitui 90% do rejeitado.

A implementação deste projecto de enchimento vem transformar um resíduo num material utilizável e de grande importância como se pode ver a seguir.

- ***QUAIS AS VANTAGENS DO PASTE FILL?***

A grande e mais importante vantagem da implementação deste novo enchimento é a diminuição dos custos. Ou seja o Paste Fill permite - POUPAR DINHEIRO -mas como?

*I. Utilizando menores percentagens de cimento*

*II. Não necessitando de areia*

O transporte de areia para o Couto mineiro é feito por contentores na viagem de retorno do transporte de concentrados para o Porto de Setúbal . Enquanto houver um balanço correcto entre a quantidade de concentrado e o consumo de areia tudo está bem, mas a partir do momento em que este balanço não se verificar terá de se fazer o transporte propositado da areia e aí duplicarão os custos.

### **III. Barragem de Rejeitados**

Está previsto o alteamento da barragem de rejeitados em cerca de 2 metros, o que traduzido em custos é 1 milhão de contos, ou ainda a construção de uma nova barragem, que está orçamentada em 7 a 9 milhões de contos.

A implementação do projecto Paste Fill pode por fim ou adiar o aumento ou construção de uma nova barragem. Poderá assim haver uma redução dos custos capitais, pois se este investimento não for efectuado o capital a ser utilizado poderá ser rentabilizado( 1milhão de contos poderá render 100 mil contos/ano).

### **IV. Exploração de zinco - Sulfuretos compostos**

A exploração dos minérios ziníferos (sulfuretos complexos), exige a construção de uma nova barragem de rejeitados o que corresponde a cerca de 50% do orçamento deste projecto. Ao utilizar-se os estéreis no enchimento pode evitar-se a barragem de estéreis ou reduzir o seu tamanho permitindo por isso reduzir os custos do investimento, tornando mais atractiva a exploração deste recurso.

### **3ª PARTE: TRABALHOS DE LABORATÓRIO**

#### **I - Recolha de material**

A recolha de *feed*(F)<sup>1</sup> e *underflow*(U)<sup>2</sup> é feita na lavaria. A recolha é feita em recipientes de 100 litros. Algumas horas depois de feita a recolha procede-se à decantação, evitando que a fracção mais fina, por vezes em suspensão seja retirada.

Repete-se o enchimento dos recipientes, para que se possa obter percentagens de sólidos na ordem dos 70-80%. A percentagem de sólidos do *underflow* está na ordem dos 45-55%, enquanto que a do *feed* se situa por volta de 20-25%.

Durante a recolha do material são retiradas amostras de *underflow* e *feed* para posterior caracterização do material (curva granulométrica, percentagem de sólidos, e pH).

Depois de terminada a recolha o material é transportado para o laboratório.

A recolha de *pó de pedra*(W)<sup>3</sup> é feita na escombreira, é caracterizado da mesma forma que o restante material.

---

<sup>1</sup> Feed: Material(rejeitados) que alimenta os ciclones, também denominado não ciclizados.

<sup>2</sup> Underflow: Rejeitados ciclizados, de granulometria superior à do feed.

<sup>3</sup> Pó de pedra: Escombro de granulometria inferior a 12mm.

## **II - Caracterização do material**

### **UNDERFLOW:**

#### **⇒ Densidade**

A densidade dos sólidos secos varia entre 3.7 e 3.9.

#### **⇒ Percentagem de sólidos**

Dependendo do material que está a ser tratado nas lavarias e do número de ciclones a funcionar pode ter valores na ordem dos 45 a 60% de sólidos.

### **FEED:**

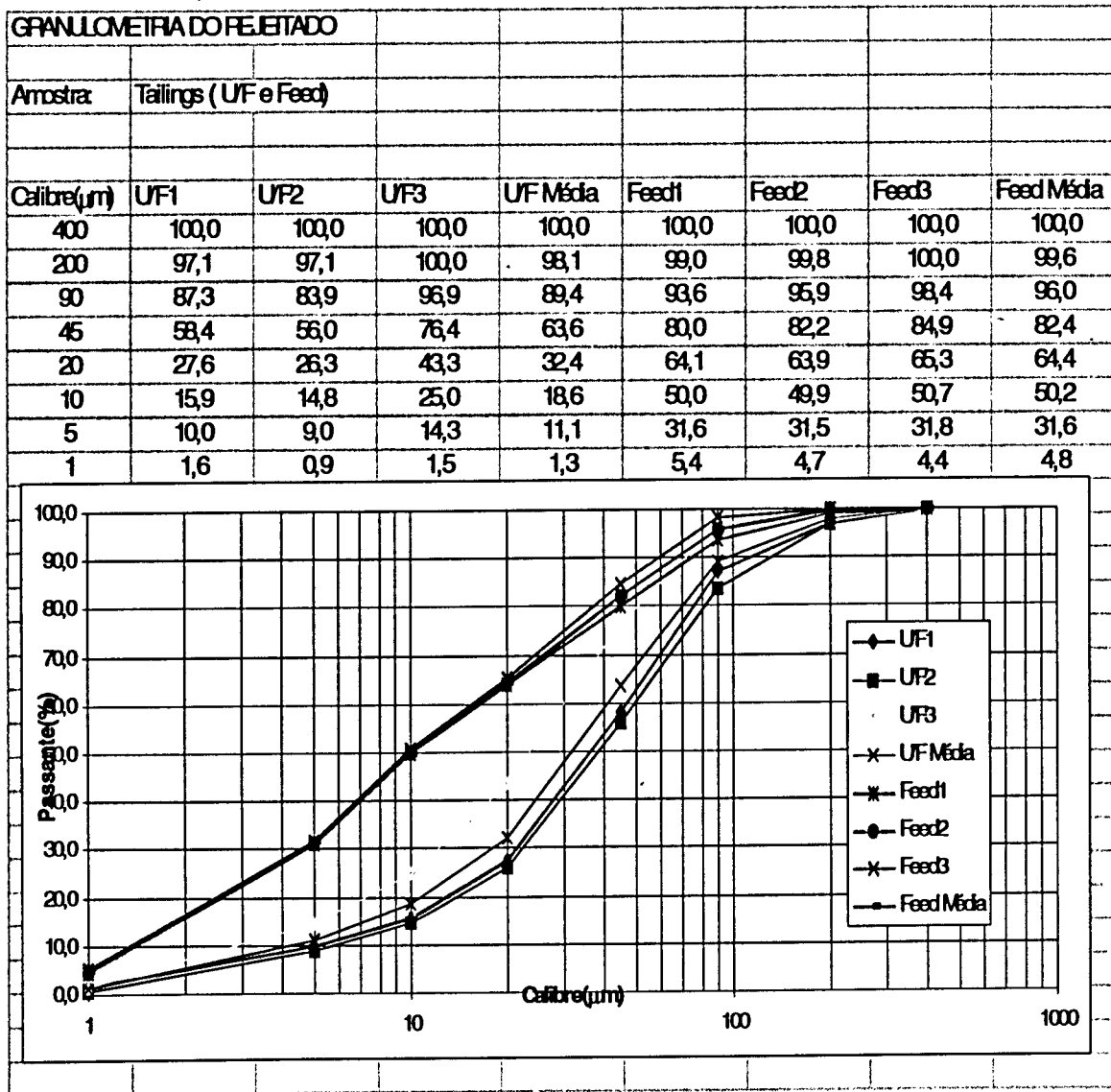
#### **⇒ Densidade**

A densidade dos sólidos secos situa-se entre 3.7 e 3.9.

#### **⇒ Percentagem de sólidos**

Tal como os ciclizados esta percentagem de sólidos pode variar pelos mesmos factores podendo apresentar valores desta ordem 20-25%.

⇒ Curvas granulométricas - FEED e UNDERFLOW



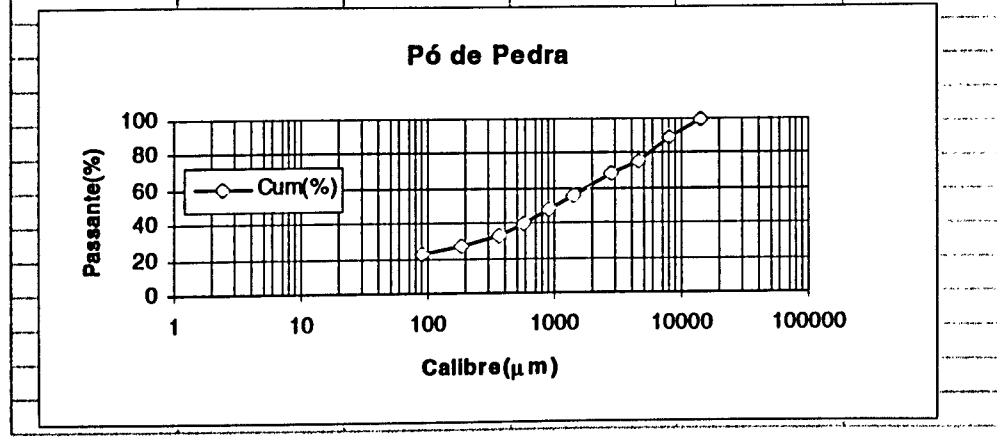
**PÓ DE PEDRA:**

⇒ **Percentagem de sólidos**

A percentagem de sólidos do pó de pedra varia segundo as condições climáticas, pois está depositado na escombreira, situada ao ar livre. O material recolhido para a preparação das misturas apresenta cerca de 95% de sólidos.

⇒ **Curva granulométrica**

GRANULOMETRIA DO REJEITADO	
Amostra:	Pó de Pedra
Calibre ( $\mu\text{m}$ )	(cum%)
14000	100
8000	89,8
4500	76,1
2800	68,6
1400	56,1
900	48,4
560	40,7
355	33,8
180	27,6
90	22,7



### **III - Procedimentos para Preparação de misturas e Ensaios RCU**

#### **Material:**

Misturadora eléctrica com capacidade de 40 litros

Moldes de 38 mm de diâmetro e 240 mm de altura

Moldes de 82 mm de diâmetro e 190 mm de altura

Moldes de 82mm de diâmetro e 165 mm de altura

Serapilheira

Abraçadeiras plásticas

Abraçadeiras metálicas

Varão de 8 mm de diâmetro

Cone de Abrahms

Colher de pedreiro

Extrusor hidráulico

Lâmina de serra

Sacos plásticos

Plástico aderente

Cinzas

Bomba de vácuo e selagem

## ***1 - PREPARAÇÃO DOS MOLDES***

É colocado no fundo dos moldes serapilheira dobrada, que é apertada com as abraçadeiras. A serapilheira utilizada é igual à das portas de enchimento, e serve como filtro.

Os moldes são numerados e oleados.

## ***2 - ELABORAÇÃO DA MISTURA***

É feita a mistura dos vários componentes durante 3 a 5 minutos. Determina-se o abaixamento da mistura utilizando o cone de Abrahms. Pretende-se que o abaixamento esteja entre 215 a 230 mm.

São retiradas 2 amostras. A primeira amostra é retirada antes da adição de cimento e é determinada a percentagem de sólidos, o pH e curva granulométrica. A segunda amostra é retirada depois da adição do cimento e serve para determinação da percentagem de sólidos.

⇒ Nas misturas compostas de rejeitos totais e ciclados há preparação prévia da mistura na percentagem pretendida.



### **3 - FABRICAÇÃO DOS PROJETES**

Pretende-se que os moldes não sejam cheios um de cada vez, mas sim uma parte de material por cada molde num determinado sentido, sendo a seguinte no sentido inverso.

#### **Para os moldes de 82 mm:**

Os moldes numerados são dispostos numa bancada.

Os moldes são cheios em três partes, sendo compactados com o varão de 8 mm em cada parte. Os moldes depois de cheios são pesados e é anotado o valor.

#### **Para os moldes de 38 mm:**

Os moldes são cheios de uma só vez, não sendo compactados com o varão.

Os moldes de 38 mm não são utilizados para amostras que tenham na sua composição pó de pedra.

Os moldes depois de cheios são colocados na *câmara húmida*<sup>4</sup>.

---

<sup>4</sup> Câmara húmida: Compartimento onde a temperatura varia entre 28°C e 34°C e a humidade ronda os 100%. Pretende-se que seja equivalente à situação nos desmontes.

#### **4 - DESMOLDE DOS PROVETES**

O desmolde é feito 1, 2 ou 3 dias depois da fabricação do provete, conforme a composição da mistura.

Os moldes ao serem retirados da câmara húmida são pesados.

Retiram-se as abraçadeiras e a serapilheira.

##### **Para os moldes de 82 mm:**

Retira-se cuidadosamente o provete do molde. Coloca-se o provete no molde com 165mm de altura e acertam-se as bases com o auxílio de uma lâmina de serra.

##### **Para os moldes de 38 mm:**

É utilizado um extrusor hidráulico.

O molde é colocado no extrusor, vai ser aproveitada a parte a meio do molde, ficando o provete com 84 mm de altura.

Os provetes a seguir ao desmolde são isolados com plástico aderente e colocados no vácuo em sacos plásticos.

Os provetes são identificados e colocados na câmara húmida.

## **5 - PREPARAÇÃO DO PROVETE PARA O ENSAIO**

Os ensaios são feitos a 3, 7, 28 e 180 dias. Consoante as contingências do trabalho o ensaio a três dias poderá ser antecipado ou adiado 1 dia.

É medida a altura, o diâmetro da base inferior e superior do provete.

As duas bases são rectificadas com cinzas.

O provete é colocado sobre uma base metálica.

## **6 - ENSAIO R.C.U.**

São ensaiados 3 provetes por cada RCU.

A velocidade da prensa de compressão uniaxial é de 0.16 mm por minuto.

O provete vai para a prensa onde será efectuado o ensaio. É anotado o valor da deformação sofrida pelo provete até à cedência do mesmo.

Em anexo é apresentado o registo da deformação sofrida pelo provete durante o ensaio.

⇒ Caso haja valores de RCU muito diferentes, é ensaiado um 4º provete e escolhidos os três valores mais próximos para o cálculo da média.

## **7 - DEPOIS DO ENSAIO**

Cada provete é pesado, dois vão para a estufa para determinação da percentagem de água e o outro é utilizado para determinação do pH.

#### **IV - Preparação de Misturas**

Das misturas realizadas durante o período de estágio vão ser apresentadas as folhas de cálculo onde se determinou as quantidades de material a utilizar, as percentagens de sólidos e a percentagem de água perdida durante a drenagem na câmara húmida.

#### **Misturas:**

I. T50C3%Ci240LAB

II. C50W1%Ci220LAB

III.T50C5%Ci230LAB

IV.C97Ci230LAB

V. C95Ci230LAB

**NOME:** T50C3%Ci240LAB

**PESO DA MISTURA(g)=** 65000

**COMPOSIÇÃO**

T (%)	50%
C (%)	50%
Cimento(%)	3,00%

**Percentagem de Sólidos Considerada**

T=	70,00%
C=	80,00%

**QUANTIDADES**

T( g de polpa)=	34667
C( g de polpa)=	30333
Cimento(g)=	1501

**Percentagem de Sólidos Real**

Mistura T50C	79,80%
--------------	--------

**Adição de Água (ml) =** 0

**Abaixamento(mm)=** 240

**FABRICO:** 02-mai-97

**DESMOLDE:** 05-mai-97

Molde Nº:	Peso	Peso após drenagem	Varição Água
1	2588,0	2499,7	3,41%
2	2600,6	2510,9	3,45%
3	2642,9	2557,6	3,23%
4	2626,7	2541,9	3,23%
5	2621,1	2536,2	3,24%
6	2637,5	2556,2	3,08%
7	2668,0	2579,8	3,31%
8	2652,9	2563,5	3,37%
9	2609,4	2525,3	3,22%
10	2688,3	2600,8	3,25%
11	2630,8	2545,1	3,26%
12	2678,9	2588,4	3,38%
13	2594,0	2517,6	2,95%
14	2622,2	2545,1	2,94%
15	2622,2	2583,8	1,46%
16	2652,9	2565,7	3,29%
17	2670,5	2584,8	3,21%
18	2616,2	2536,2	3,06%

**NOME:** C50W1%Ci220LAB

**PESO DA MISTURA(g)=** 42000

**COMPOSIÇÃO:**

T (%)	50,00%
C (%)	50,00%
Cimento(%)	1,00%

**Percentagem de Sólidos Considerada**

W=	95,00%
C=	80,00%

**QUANTIDADES**

W( g )=	19200
C( g de polpa)=	22800
Cimento( g )=	368

**Percentagem de Sólidos Real**

Mistura C50W	82,80%
--------------	--------

**Adição de Água (ml) =** 1000

**Abaixamento(mm)=** 220

**FABRICO:** 02-mai-97

**DESMOLDE:** 05-mai-97

Molde Nº:	Peso	Peso após drenagem	Varição Água
1	2462,0	2405,7	2,29%
2	2516,3	2461,0	2,20%
3	2523,3	2470,4	2,10%
4	2500,0	2445,8	2,17%
5	2427,5	2371,8	2,29%
6	2413,4	2359,5	2,23%
7	2397,5	2343,7	2,24%
8	2440,9	2387,2	2,20%
9	2392,0	2341,0	2,13%
10	2484,6	2426,4	2,34%
11	2414,3	2354,6	2,47%
12	2446,2	2395,1	2,09%
13	2490,2	2441,4	1,96%
14	2449,0	2399,2	2,03%
15	2465,8	2413,2	2,13%
16	2568,5	2514,6	2,10%
17	2534,4	2488,6	1,81%
18	2553,7	2502,9	1,99%

**NOME:** T50C5%Ci230LAB

**PESO DA MISTURA(g)=** 65000

**COMPOSIÇÃO**

T (%)	50,00%
C (%)	50,00%
Cimento(%)	5,00%

**Percentagem de Sólidos Considerada**

T=	80,00%
C=	80,00%

**QUANTIDADES**

T( g de polpa)=	32500
C( g de polpa)=	32500
Cimento( g)=	2737

**Percentagem de Sólidos Real**

Mistura T50C	78,00%
--------------	--------

**Adição de Água (ml) =** 0

**Abaixamento(mm)=** 230

**FABRICO:** 13-mai-97

**DESMOLDE:** 15-mai-97

Molde Nº:	Peso	Peso após drenagem	Varição Água
1	2496,0	2441,1	2,20%
2	2510,8	2457,0	2,14%
3	2553,7	2499,3	2,13%
4	2400,6	2350,2	2,10%
5	2470,4	2415,7	2,21%
6	2464,4	2408,0	2,29%
7	2467,7	2412,9	2,22%
8	2445,0	2388,8	2,30%
9	2466,5	2411,7	2,22%
10	2494,6	2440,3	2,18%
11	2471,4	2416,3	2,23%
12	2482,4	2429,0	2,15%
13	2538,8	2483,0	2,20%
14	2451,8	2399,3	2,14%
15	2515,3	2460,1	2,19%
16	2404,2	2350	2,25%
17	2448,1	2387	2,50%
18	2449,1	2387,5	2,52%

**NOME:** C97Ci230LAB

**PESO DA MISTURA(g)=** 65000

**COMPOSIÇÃO**

**Percentagem de Sólidos Considerada**

C (%)	50%
Cimento(%)	3,00%

C=	80,00%
----	--------

**QUANTIDADES**

**Percentagem de Sólidos Real**

C (g de polpa)=	60000
Cimento(g)=	1485

Mistura C	79,50%
-----------	--------

Adição de Água (ml) =	0
-----------------------	---

Abaixamento(mm)=	230
------------------	-----

**FABRICO:** 19-mai-97

**DESMOLDE:** 20-mai-97

Molde N°:	Peso	Peso após drenagem	Varição Água
1	2547,4	2473,2	2,91%
2	2728,9	2672,4	2,07%
3	2771,1	2705,4	2,37%
4	2765,2	2696,7	2,48%
5	2716,7	2646,2	2,60%
6	2700,7	2628,6	2,67%
7	2713,5	2641,9	2,64%
8	2666,9	2595,1	2,69%
9	2553,9	2480,6	2,87%
10	2647,2	2576,6	2,67%
11	2658,1	2583,2	2,82%
12	2619,9	2548,5	2,73%
13	2660,4	2590,8	2,62%
14	2648,2	2578,0	2,65%
15	2609,0	2535,2	2,83%
16	2658,6	2587,2	2,69%
17	2690,0	2618	2,68%
18	2656,7	2592,1	2,43%



**NOME:** C95Ci230LAB

**PESO DA MISTURA(g)=** 60000

**COMPOSIÇÃO**

C (%)	50,00%
Cimento(%)	5,00%

**Percentagem de Sólidos Considerada**

C=	80,00%
----	--------

**QUANTIDADES**

C (g de polpa)=	60000
Cimento(g)=	2401

**Percentagem de Sólidos Real**

Mistura C	78,00%
-----------	--------

**Adição de Água (ml) =** 0

**Abaixamento(mm)=** 230

**FABRICO:** 27-mai-97

**DESMOLDE:** 28-mai-97

Molde Nº:	Peso	Peso após drenagem	Varição Água
1	2382,8	2322,2	2,54%
2	2324,3	2268,1	2,42%
3	2377,4	2316,0	2,58%
4	2390,0	2326,3	2,67%
5	2328,9	2269,0	2,57%
6	2365,2	2308,2	2,41%
7	2336,2	2275,8	2,59%
8	2342,9	2282,4	2,58%
9	2345,8	2295,0	2,17%
10	2286,1	2230,4	2,44%
11	2347,5	2291,6	2,38%
12	2334,1	2277,8	2,41%
13	2362,2	2302,2	2,54%
14	2369,1	2311,2	2,44%
15	2354,4	2294,9	2,53%
16	2316,9	2262,4	2,35%
17	2322,2	2267	2,38%
18	2368,2	2310,7	2,43%

## V - Resultados RCU

Pode-se constatar que os provetes de 38mm apresentam resistências à compressão uniaxial superiores aos provetes de 82mm para a mesma mistura. Isto porque como têm um volume menor secam mais rapidamente. Mas estes resultados a longo prazo têm tendência a baixar devido à oxidação.

As amostras que na sua composição têm pó de pedra, tal como as misturas com 50% ciclados e 50% não ciclados apresentam resultados promissórios, visto que a 28 dias há alguns casos que superam 0.5 Mpa.

Amostra	diã.	T	C	W	Cl	tipo*	ql.	data bomb	data	data	valor (MPa)	data	valor (MPa)	data	valor (MPa)
T50W5%Cl220L	38														
	82	47,5	0	47,5	5	R	14	04-04-1997	08-04-1997	11-04-1997	0,33	15-04-1997	0,45	06-05-1997	0,55
T50W3%Cl220L	38														
	82	48,5	0	48,5	3	R	18	08-04-1997	08-04-1997	11-04-1997	0,22	15-04-1997	0,36	06-05-1997	0,44
T50W1%Cl220L	38														
	82	49,5	0	49,5	1	R	15	08-04-1997	09-04-1997	-----	-----	16-04-1997	0,09	07-05-1997	0,12
T95Cl240L	38	95	0	0	5	R	18	09-04-1997	14-04-1997	17-04-1997	0,32	21-04-1997	0,47	12-05-1997	0,39
	82	95	0	0	5	R	15	09-04-1997	14-04-1997	17-04-1997	0,20	21-04-1997	0,36	12-05-1997	0,46
T97Cl250L	38	97	0	0	3	R	18		18-04-1997	19-04-1997	0,23	23-04-1997	0,29	14-05-1997	0,28
	82	97	0	0	3	R	18		18-04-1997	19-04-1997	0,11	23-04-1997	0,19	14-05-1997	0,22
T99Cl230L	38														
	82	99	0	0	1	R	15		18-04-1997	-----	-----	25-04-1997	0,12	16-05-1997	0,17
C50W5%Cl230L	38														
	82	0	47,5	47,5	5	R	18		18-04-1997	21-04-1997	0,35	25-04-1997	0,43	16-05-1997	0,68
C50W3%Cl230L	38														
	82	0	48,5	48,5	5	R	18		22-04-1997	25-04-1997	0,29	29-04-1997	0,35	20-05-1997	0,51
C89Cl235L	38														
	82	0	99	0	1	R	15		22-04-1997	-----	-----	29-04-1997	0,13	20-05-1997	0,13
T50C1%Cl250L	38														
	82	49,5	49,5	0	1	R	15		23-04-1997	-----	-----	30-04-1997	0,12	21-05-1997	0,13
T50C3%Cl240L	38	48,5	48,5			R	18		02-05-1997	05-05-1997	0,23	09-05-1997	0,30	30-05-1997	0,30
	82	48,5	48,5	0	3	R	18		02-05-1997	05-05-1997	0,22	09-05-1997	0,25	30-05-1997	0,27
C50W1%Cl220L	38														
	82	0	49,5	49,5	1	R	18		09-05-1997	12-05-1997	0,10	16-05-1997	0,18	06-06-1997	0,19
T50C5%Cl230L	38	47,5	47,5	0	5	R	18		13-05-1997	16-05-1997	0,34	20-05-1997	0,57	10-06-1997	0,75
	82	47,5	47,5	0	5	R	18		13-05-1997	16-05-1997	0,32	20-05-1997	0,41	10-06-1997	0,49
C97Cl230L	38	0	97	0	3	R	18		19-05-1997	22-05-1997	0,23	26-05-1997	0,27	16-06-1997	0,42
	82	0	97	0	3	R	18		19-05-1997	22-05-1997	0,21	26-05-1997	0,27	16-06-1997	0,28
C95Cl230L	38	0	95	0	5	R	18		27-05-1997	30-05-1997	0,44	03-06-1997	0,46	24-06-1997	0,61
	82	0	95	0	5	R	18		27-05-1997	30-05-1997	0,27	03-06-1997	0,35	24-06-1997	0,38

## V - Resultados RCU

Pode-se constatar que os provetes de 38mm apresentam resistências à compressão uniaxial superiores aos provetes de 82mm para a mesma mistura. Isto porque como têm um volume menor secam mais rapidamente. Mas estes resultados a longo prazo têm tendência a baixar devido à oxidação.

As amostras que na sua composição têm pó de pedra, tal como as misturas com 50% ciclados e 50% não ciclados apresentam resultados promissórios, visto que a 28 dias há alguns casos que superam 0.5 Mpa.

Amostra	diâ.	Composição (%)**				Fabrico		3 dias		7 dias		28 dias			
		T	C	W	Cl	tipo*	qt.	data bomb.	data	data	valor (MPa)	data	valor (MPa)	data	valor (MPa)
T50W5%Cl220L	38														
	82	47,5	0	47,5	5	R	14	04-04-1997	08-04-1997	11-04-1997	0,33	15-04-1997	0,45	06-05-1997	0,55
T50W3%Cl220L	38														
	82	48,5	0	48,5	3	R	18	08-04-1997	08-04-1997	11-04-1997	0,22	15-04-1997	0,36	06-05-1997	0,44
T50W1%Cl220L	38														
	82	49,5	0	49,5	1	R	15	08-04-1997	09-04-1997	-----	-----	16-04-1997	0,09	07-05-1997	0,12
T95Cl240L	38	95	0	0	5	R	18	09-04-1997	14-04-1997	17-04-1997	0,32	21-04-1997	0,47	12-05-1997	0,39
	82	95	0	0	5	R	15	09-04-1997	14-04-1997	17-04-1997	0,20	21-04-1997	0,36	12-05-1997	0,46
T97Cl250L	38	97	0	0	3	R	18		16-04-1997	19-04-1997	0,23	23-04-1997	0,29	14-05-1997	0,28
	82	97	0	0	3	R	18		16-04-1997	19-04-1997	0,11	23-04-1997	0,19	14-05-1997	0,22
T99Cl230L	38														
	82	99	0	0	1	R	15		18-04-1997	-----	-----	25-04-1997	0,12	16-05-1997	0,17
C50W5%Cl230L	38														
	82	0	47,5	47,5	5	R	18		18-04-1997	21-04-1997	0,35	25-04-1997	0,43	16-05-1997	0,68
C50W3%Cl230L	38														
	82	0	48,5	48,5	5	R	18		22-04-1997	25-04-1997	0,29	29-04-1997	0,35	20-05-1997	0,51
C99Cl235L	38														
	82	0	99	0	1	R	15		22-04-1997	-----	-----	29-04-1997	0,13	20-05-1997	0,13
T50C1%Cl250L	38														
	82	49,5	49,5	0	1	R	15		23-04-1997	-----	-----	30-04-1997	0,12	21-05-1997	0,13
T50C3%Cl240L	38	48,5	48,5			R	16		02-05-1997	05-05-1997	0,23	09-05-1997	0,30	30-05-1997	0,30
	82	48,5	48,5	0	3	R	18		02-05-1997	05-05-1997	0,22	09-05-1997	0,25	30-05-1997	0,27
C50W1%Cl220L	38														
	82	0	49,5	49,5	1	R	18		09-05-1997	12-05-1997	0,10	16-05-1997	0,18	06-06-1997	0,19
T50C5%Cl230L	38	47,5	47,5	0	5	R	18		13-05-1997	16-05-1997	0,34	20-05-1997	0,57	10-06-1997	0,75
	82	47,5	47,5	0	5	R	18		13-05-1997	16-05-1997	0,32	20-05-1997	0,41	10-06-1997	0,49
G97Cl230L	38	0	97	0	3	R	18		19-05-1997	22-05-1997	0,23	26-05-1997	0,27	16-06-1997	0,42
	82	0	97	0	3	R	18		19-05-1997	22-05-1997	0,21	26-05-1997	0,27	16-06-1997	0,28
C95Cl230L	38	0	95	0	5	R	18		27-05-1997	30-05-1997	0,44	03-06-1997	0,46	24-06-1997	0,61
	82	0	95	0	5	R	18		27-05-1997	30-05-1997	0,27	03-06-1997	0,35	24-06-1997	0,38

## VI - Resultados da análise do pH

Verificando os valores do pH pode dizer-se que há uma situação que se repete para todas as amostras com provetes de 38mm. Há uma diminuição significativa do valor do pH ao longo dos dias para estes provetes.

O valor do pH tem mais tendência a baixar nos provetes de 38mm devido à razão área/volume ser maior do que nas amostras de 82mm, estando por este motivo mais expostos à oxidação.

Não se conseguiu encontrar mais nenhuma relação entre o valor da resistência e o pH. Por vezes temos casos em que ao longo dos dias o pH baixa e a RCU mantém ou sobe, e outros casos em que a RCU desce e o pH não apresenta variações significativas.

Amostra	diâ	Cl	Fabrico		3 dias		7 dias			28 dias	
			data	data	pH 12-24h	valor (MPa)	data	pH 12-24h	valor (MPa)	data	pH 12-24h
T50C3%/C240L	38	3	02-05-97	05-05-97	11,9	0,23	09-05-97	11,3	0,30	30-05-97	8,1
	82	3	02-05-97	05-05-97	11,9	0,22	09-05-97	11,6	0,25	30-05-97	11,4
C60W1%/C220L											
	82	1	09-05-97	12-05-97	11,4	0,10	16-05-97	11,2	0,18	06-06-97	10,3
T50C5%/C230L	38	5	13-05-97	16-05-97	12,2	0,34	20-05-97	11,6	0,57	10-06-97	9,7
	82	5	13-05-97	16-05-97	11,9	0,32	20-05-97	11,7	0,41	10-06-97	11,6
C97C230L	38	3	19-05-97	22-05-97	11,4	0,23	26-05-97	10,9	0,27	16-06-97	9,3
	82	3	19-05-97	22-05-97	11,6	0,21	26-05-97	11,4	0,27	16-06-97	11,3
C65C230L	38	5	27-05-97	30-05-97	11,1	0,44	03-06-97	10,1	0,46	24-06-97	9,7
	82	5	27-05-97	30-05-97	12,2	0,27	03-06-97	11,2	0,35	24-06-97	11,1

## VII - INSTALAÇÃO INDUSTRIAL

⇒ Elementos

Filtros, Tanques, Misturador

⇒ Descrição do lay-out

Os rejeitados são bombados para a central e serão filtrados. Num misturador acrescenta-se aos rejeitados em pó a água necessária, e o cimento. A saída deste misturador é feita pelo fundo. O material vai para a mina a partir de furos por acção da gravidade.

## CONCLUSÕES

Estando ainda longe de terminar todo este estudo e depois de serem realizadas muitas amostras de diferentes composições: T(rejeitados não ciclados), C(rejeitados ciclados); T50C(mistura com 50% de rejeitados ciclados(C) e 50% de não ciclados(T)), T50W(mistura composta por 50% não ciclados e 50% de pó de pedra(W)), C50W(mistura composta por 50% de ciclados e 50% de pó de pedra) com 1, 3 ou 5% de cimento (Portland tipo II classe 32.5) vai chegar-se seguramente a uma mistura com características excelentes para que o projecto seja implementado com segurança.

Os resultados obtidos para amostras que na sua composição têm pó de pedra são promissórios, tendo aqui um indício para a escolha final.

A nível industrial está previsto que os resultados RCU serão superiores aos obtidos laboratorialmente. Poderemos perguntar como? Pois se a nível laboratorial tudo é feito cuidadosamente, todas as quantidades são controladas com bastante precisão como é que a nível industrial as RCU serão superiores?

Quando se procede ao enchimento de um desmante, estamos num espaço confinado, sem circulação de ar. Sendo o oxigénio “inimigo” dos rejeitados, havendo pouco contacto ou quase nenhum com o “exterior”, a oxidação estará minimizada.

Os resultados de todo o trabalho levado a fim indicam que se pode produzir Paste Fill com elevada qualidade podendo ser utilizada com segurança nos desmontes de Neves Corvo.

A implementação do Paste Fill na SOMINCOR não apresenta qualquer desvantagem, sendo de lembrar os principais benefícios:

- ◆ Redução dos custos de produção, podendo chegar aos 21%
- ◆ A barragem do Cerro do Lobo continuar a ter capacidade para assegurar a exploração dos recursos de Neves Corvó
- ◆ Ser viável a exploração de minérios zincíferos
- ◆ Aumento do tempo de vida da mina

Quanto mais cedo o Paste Fill for implementado mais rapidamente a empresa poderá usufruir dos lucros que certamente advirão deste projecto inovador.

**ANEXOS:**

-FOLHAS DE REGISTO DE DEFORMAÇÃO AO ENSAIO RCU



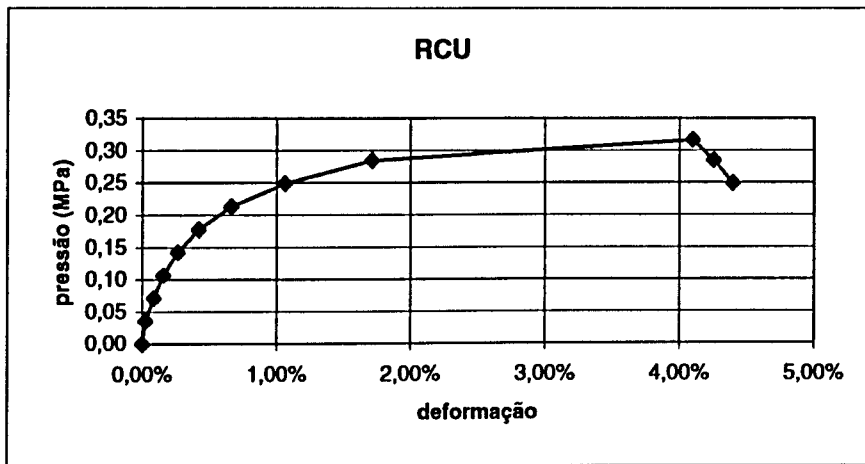
Paste-Fill 1997

**Diâmetro (mm) = 38,0**

**Nome da amostra: T50C3%Cl240LAB**

Molde Nº:	4	Altura (mm):	83,0	Peso (g):	231,5
Data de Fabrico:	02-05-1997	Data do ensaio:	09-05-1997	Dias:	7
% de tailings (n/C):	48,5	% de tailings (C):	48,5	Volume (cm3):	94,13
% de pó de pedra:	0,0	% de cimento:	3,0	Peso seco (g):	195,7
% de água:	20,2	Observações:	Isolado com plástico	Teor humidade:	15,5%
				RCU (MPa):	0,32

Divisões	Def lida	Def. corrigida	% def	pressão
0	0,000	0,000	0,00%	0,00
5	0,020	0,020	0,02%	0,04
10	0,070	0,070	0,08%	0,07
15	0,130	0,130	0,16%	0,11
20	0,220	0,220	0,27%	0,14
25	0,350	0,350	0,42%	0,18
30	0,550	0,550	0,66%	0,21
35	0,880	0,880	1,06%	0,25
40	1,420	1,420	1,71%	0,28
44,5	3,400	3,400	4,10%	0,32
40	3,530	3,530	4,25%	0,28
35	3,650	3,650	4,40%	0,25



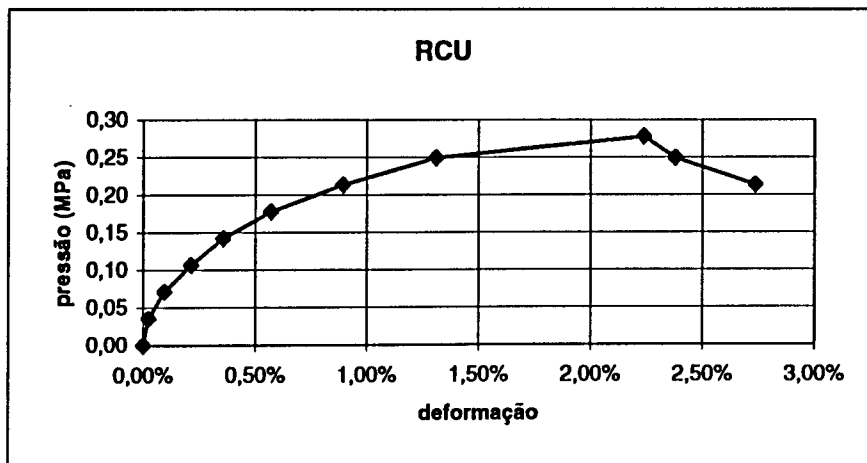
Paste-Fill 1997

Diâmetro (mm) = 38,0

Nome da amostra: T50C3%CI240LAB

Molde Nº:	5	Altura (mm):	84,0	Peso (g):	229,6
Data de Fabrico:	02-05-1997	Data do ensaio:	09-05-1997	Dias:	7
% de tailings (n/C):	48,5	% de tailings (C):	48,5	Volume (cm <sup>3</sup> ):	95,27
% de pó de pedra:	0,0	% de cimento:	3,0	Peso seco (g):	195,3
% de água:	20,2	Observações:	Isolado com plástico	Teor humidade:	14,9%
				RCU (MPa):	0,28

Divisões	Def lida	Def. corrigida	% def	pressão
0	0,000	0,000	0,00%	0,00
5	0,020	0,020	0,02%	0,04
10	0,080	0,080	0,10%	0,07
15	0,180	0,180	0,21%	0,11
20	0,300	0,300	0,36%	0,14
25	0,480	0,480	0,57%	0,18
30	0,750	0,750	0,89%	0,21
35	1,100	1,100	1,31%	0,25
39	1,880	1,880	2,24%	0,28
35	2,000	2,000	2,38%	0,25
30	2,300	2,300	2,74%	0,21



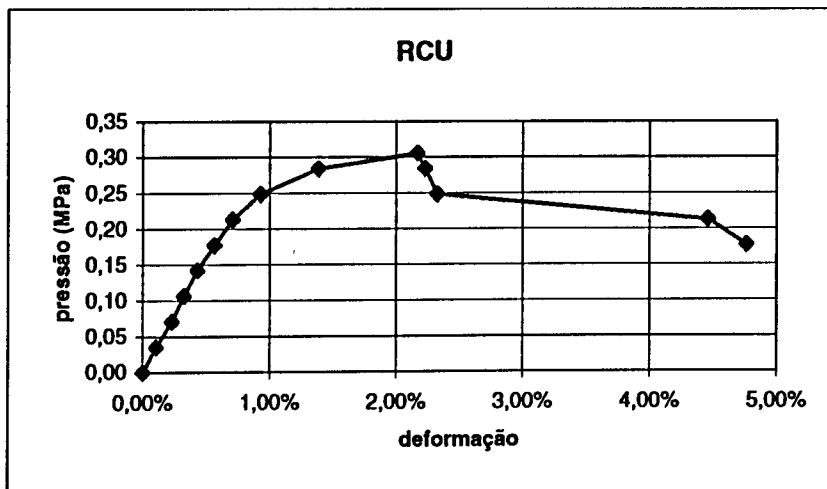
3ºproвете

Diâmetro (mm) = 38,0

Nome da amostra: T50C3%Cl240LAB

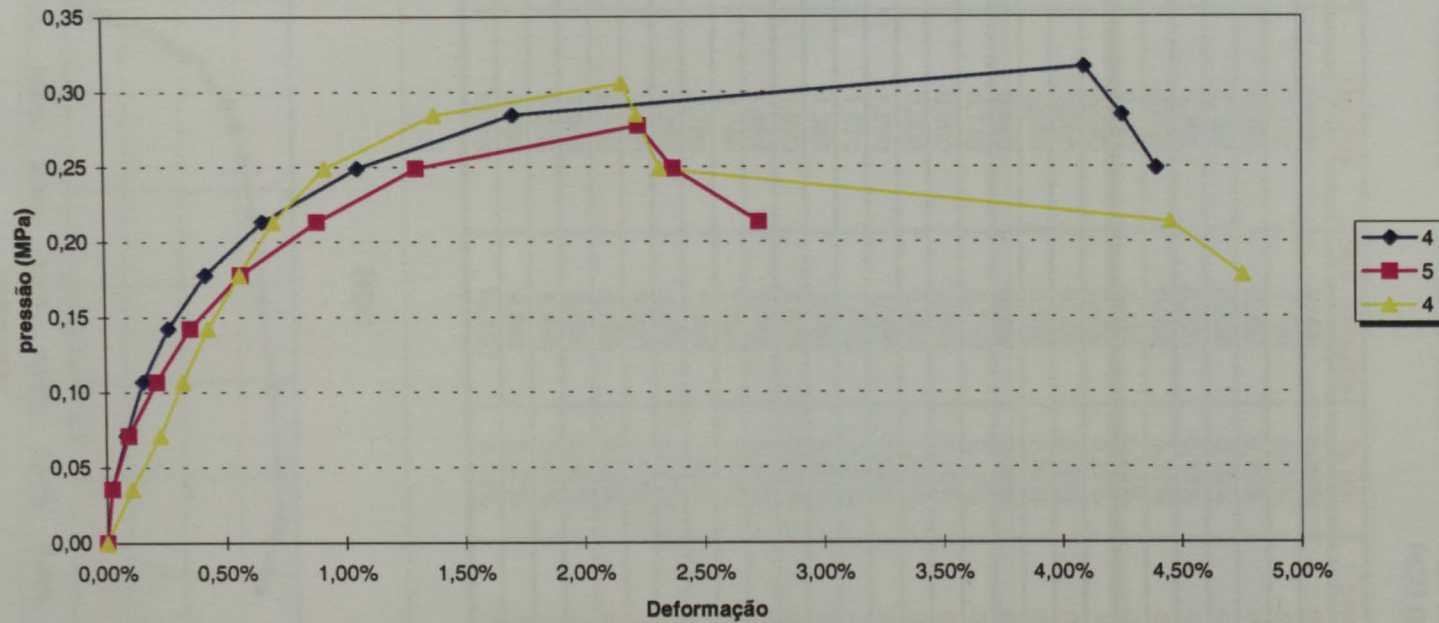
Molde Nº:	4	Altura (mm):	83,0	Peso (g):	231,5
Data de Fabrico:	02-05-1997	Data do ensaio:	09-05-1997	Dias:	7
% de tailings (n/C):	48,5	% de tailings (C):	48,5	Volume (cm <sup>3</sup> ):	94,13
% de pó de pedra:	0,0	% de cimento:	3,0	Peso seco (g):	195,7
% de água:		Observações:	Isolado com plástico	Teor humidade:	15,5%
				RCU (MPa):	0,32

Divisões	Def lida	Def. corrigida	% def	pressão
0	0,000	0,000	0,00%	0,00
5	0,090	0,090	0,11%	0,04
10	0,190	0,190	0,23%	0,07
15	0,270	0,270	0,33%	0,11
20	0,360	0,360	0,43%	0,14
25	0,470	0,470	0,57%	0,18
30	0,590	0,590	0,71%	0,21
35	0,770	0,770	0,93%	0,25
40	1,150	1,150	1,39%	0,28
43	1,800	1,800	2,17%	0,31
40	1,850	1,850	2,23%	0,28
35	1,930	1,930	2,33%	0,25
30	3,700	3,700	4,46%	0,21
25	3,950	3,950	4,76%	0,18



# T50C3%Ci240LAB

7 dias



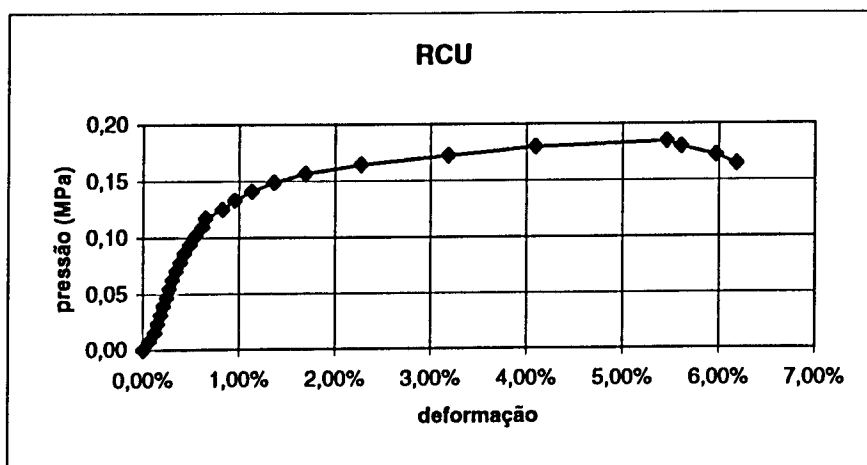
Paste-Fill 1997

Diâmetro (mm) = 81,0

Nome da amostra: C50W1%CI220LAB

Molde Nº:	7	Altura (mm):	165,0	Peso (g):	2110,0
Data de Fabrico:	09-05-1997	Data do ensaio:	06-06-1997	Dias:	28
% de tailings (n/C):	0,0	% de tailings (C):	49,5	Volume (cm <sup>3</sup> ):	850,24
% de pó de pedra:	49,5	% de cimento:	1,0	Peso seco (g):	1782,7
% de água:	17,2	Observações:	Isolado com plástico	Teor humidade:	15,5%
				RCU (MPa):	0,18

Divisões	Def lida	Def. corrigida	% def	pressão
0	0,000	0,000	0,00%	0,00
5	0,110	0,110	0,07%	0,01
10	0,200	0,200	0,12%	0,02
15	0,250	0,250	0,15%	0,02
20	0,300	0,300	0,18%	0,03
25	0,350	0,350	0,21%	0,04
30	0,410	0,410	0,25%	0,05
35	0,450	0,450	0,27%	0,05
40	0,500	0,500	0,30%	0,06
45	0,570	0,570	0,35%	0,07
50	0,640	0,640	0,39%	0,08
55	0,710	0,710	0,43%	0,09
60	0,800	0,800	0,48%	0,09
65	0,900	0,900	0,55%	0,10
70	1,020	1,020	0,62%	0,11
75	1,070	1,070	0,65%	0,12
80	1,360	1,360	0,82%	0,13
85	1,570	1,570	0,95%	0,13
90	1,860	1,860	1,13%	0,14
95	2,240	2,240	1,36%	0,15
100	2,780	2,780	1,68%	0,16
105	3,750	3,750	2,27%	0,16
110	5,250	5,250	3,18%	0,17
115	6,750	6,750	4,09%	0,18
118	9,000	9,000	5,45%	0,18
115	9,250	9,250	5,61%	0,18
110	9,850	9,850	5,97%	0,17
105	10,200	10,200	6,18%	0,16



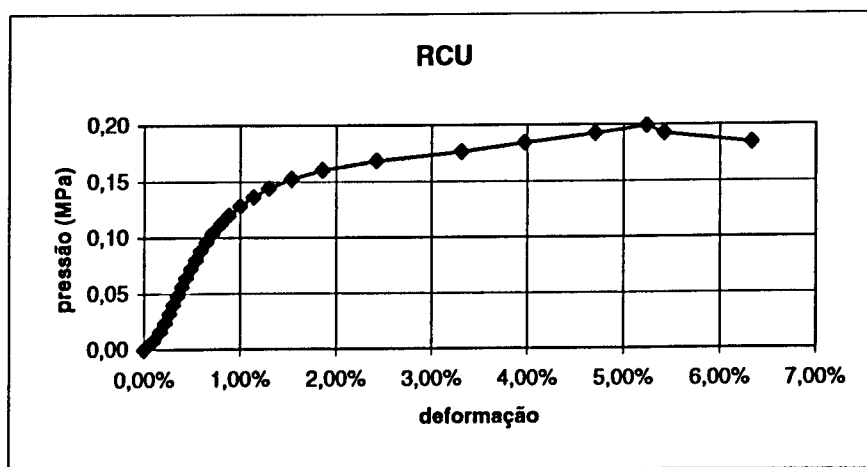
Paste-Fill 1997

Diâmetro (mm) = 80,0

Nome da amostra: C50W1%CI220LAB

Molde Nº:	8	Altura (mm):	165,0	Peso (g):	2105,6
Data de Fabrico:	09-05-1997	Data do ensaio:	06-06-1997	Dias:	28
% de tailings (n/C):	0,0	% de tailings (C):	49,5	Volume (cm <sup>3</sup> ):	829,38
% de pó de pedra:	49,5	% de cimento:	1,0	Peso seco (g):	1790,9
% de água:	17,2	Observações:	Isolado com plástico	Teor humidade:	14,9%
				RCU (MPa):	0,20

Divisões	Def lida	Def. corrigida	% def	pressão
0	0,000	0,000	0,00%	0,00
5	0,160	0,160	0,10%	0,01
10	0,280	0,280	0,17%	0,02
15	0,360	0,360	0,22%	0,02
20	0,435	0,435	0,26%	0,03
25	0,500	0,500	0,30%	0,04
30	0,575	0,575	0,35%	0,05
35	0,650	0,650	0,39%	0,06
40	0,720	0,720	0,44%	0,06
45	0,800	0,800	0,48%	0,07
50	0,890	0,890	0,54%	0,08
55	0,970	0,970	0,59%	0,09
60	1,070	1,070	0,65%	0,10
65	1,180	1,180	0,72%	0,10
70	1,320	1,320	0,80%	0,11
75	1,460	1,460	0,88%	0,12
80	1,650	1,650	1,00%	0,13
85	1,880	1,880	1,14%	0,14
90	2,140	2,140	1,30%	0,14
95	2,530	2,530	1,53%	0,15
100	3,070	3,070	1,86%	0,16
105	4,000	4,000	2,42%	0,17
110	5,460	5,460	3,31%	0,18
115	6,550	6,550	3,97%	0,18
120	7,760	7,760	4,70%	0,19
124	8,650	8,650	5,24%	0,20
120	8,950	8,950	5,42%	0,19
115	10,450	10,450	6,33%	0,18



Paste-Fill 1997

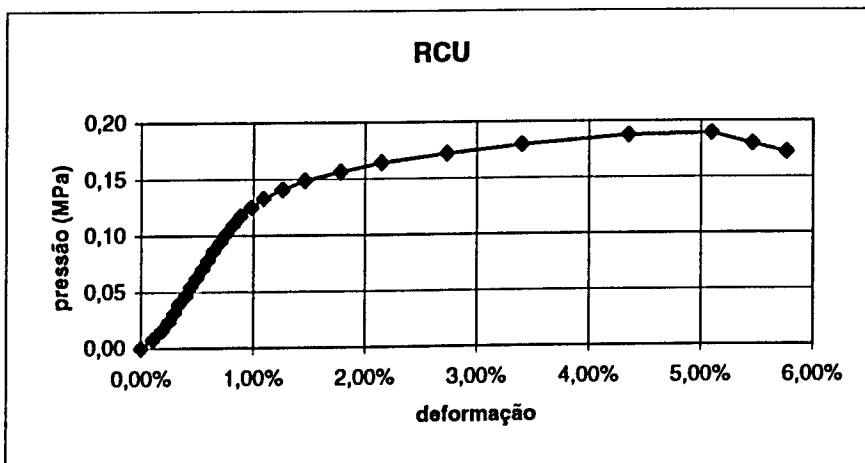
Diâmetro (mm) = 81,0

Nome da amostra: C50W1%CI220LAB

Molde N°:	9	Altura (mm):	163,0	Peso (g):	2013,3
Data de Fabrico:	09-05-1997	Data do ensaio:	06-06-1997	Dias:	28
% de tailings (n/C):	0,0	% de tailings (C):	49,5	Volume (cm3):	839,94
% de pó de pedra:	49,5	% de cimento:	1,0		
% de água:	17,2	Observações:	Isolado com plástico		

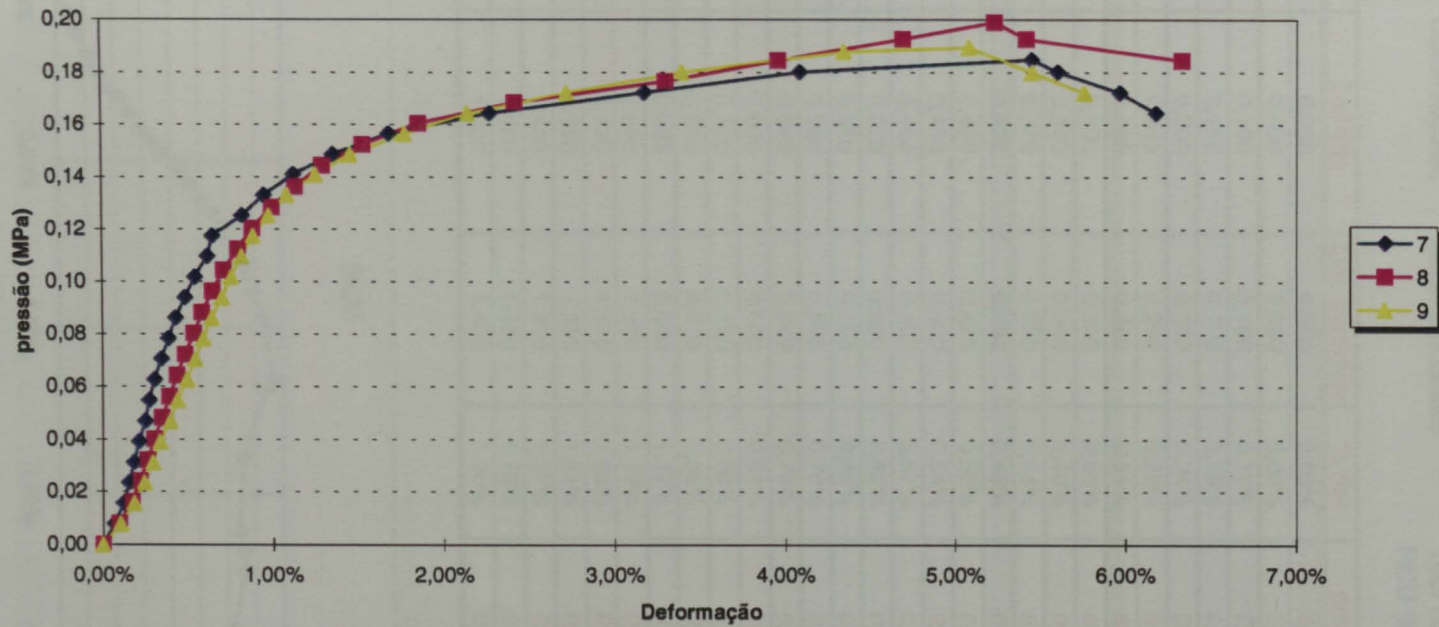
RCU (MPa): 0,19

Divisões	Def lida	Def. corrigida	% def	pressão
0	0,000	0,000	0,00%	0,00
5	0,170	0,170	0,10%	0,01
10	0,300	0,300	0,18%	0,02
15	0,400	0,400	0,25%	0,02
20	0,480	0,480	0,29%	0,03
25	0,550	0,550	0,34%	0,04
30	0,650	0,650	0,40%	0,05
35	0,720	0,720	0,44%	0,05
40	0,810	0,810	0,50%	0,06
45	0,890	0,890	0,55%	0,07
50	0,970	0,970	0,60%	0,08
55	1,050	1,050	0,64%	0,09
60	1,150	1,150	0,71%	0,09
65	1,240	1,240	0,76%	0,10
70	1,340	1,340	0,82%	0,11
75	1,450	1,450	0,89%	0,12
80	1,600	1,600	0,98%	0,13
85	1,780	1,780	1,09%	0,13
90	2,050	2,050	1,26%	0,14
95	2,380	2,380	1,46%	0,15
100	2,900	2,900	1,78%	0,16
105	3,500	3,500	2,15%	0,16
110	4,450	4,450	2,73%	0,17
115	5,550	5,550	3,40%	0,18
120	7,100	7,100	4,36%	0,19
121	8,300	8,300	5,09%	0,19
115	8,900	8,900	5,46%	0,18
110	9,400	9,400	5,77%	0,17



# C50W1%Ci220LAB

## 28 dias





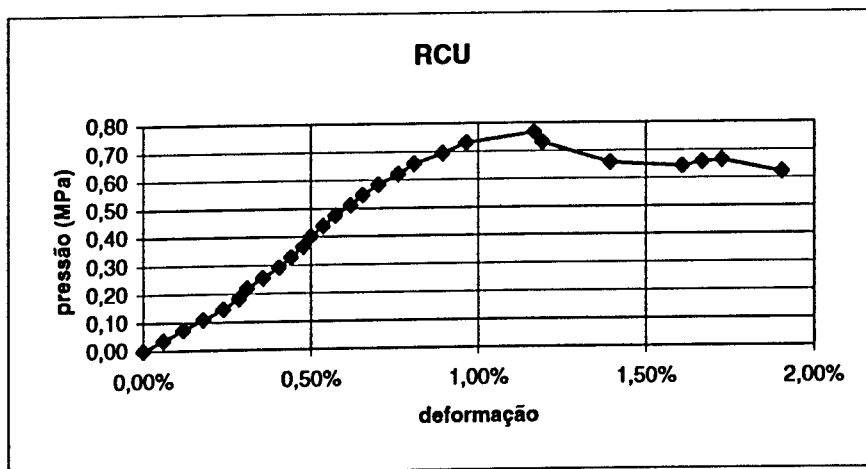
Paste-Fill 1997

Diâmetro (mm) = 37,5

Nome da amostra: T50C5%CI230LAB

Molde Nº:	7	Altura (mm):	84,0	Peso (g):	206,2
Data de Fabrico:	13-05-1997	Data do ensaio:	11-06-1997	Dias:	28+1
% de tailings (n/C):	47,5	% de tailings (C):	47,5	Volume (cm <sup>3</sup> ):	92,78
% de pó de pedra:	0,0	% de cimento:	5,0	Peso seco (g):	185,2
% de água:	17,4	Observações:	Isolado com plástico	Teor humidade:	10,2%
				RCU (MPa):	0,77

Divisões	Def lida	Def. corrigida	% def	pressão
0	0,000	0,000	0,00%	0,00
5	0,050	0,050	0,06%	0,04
10	0,100	0,100	0,12%	0,07
15	0,150	0,150	0,18%	0,11
20	0,200	0,200	0,24%	0,15
25	0,240	0,240	0,29%	0,18
30	0,260	0,260	0,31%	0,22
35	0,300	0,300	0,36%	0,26
40	0,340	0,340	0,40%	0,29
45	0,370	0,370	0,44%	0,33
50	0,400	0,400	0,48%	0,37
55	0,420	0,420	0,50%	0,40
60	0,450	0,450	0,54%	0,44
65	0,480	0,480	0,57%	0,47
70	0,520	0,520	0,62%	0,51
75	0,550	0,550	0,65%	0,55
80	0,590	0,590	0,70%	0,58
85	0,640	0,640	0,76%	0,62
90	0,680	0,680	0,81%	0,66
95	0,750	0,750	0,89%	0,69
100	0,810	0,810	0,96%	0,73
105	0,980	0,980	1,17%	0,77
100	1,000	1,000	1,19%	0,73
90	1,170	1,170	1,39%	0,66
88	1,350	1,350	1,61%	0,64
90	1,400	1,400	1,67%	0,66
91	1,450	1,450	1,73%	0,66
85	1,600	1,600	1,90%	0,62



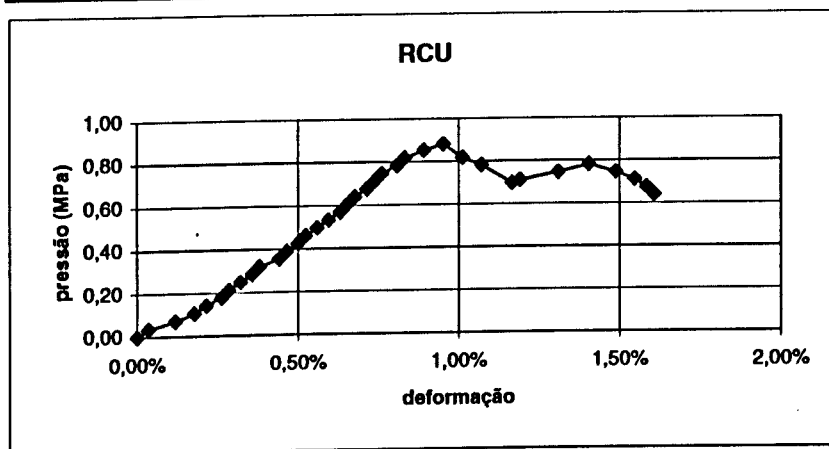
Paste-Fill 1997

Diâmetro (mm) = 38,0

Nome da amostra: T50C5%Ci230LAB

Molde Nº:	8	Altura (mm):	84,0	Peso (g):	212,1
Data de Fabrico:	13-05-1997	Data do ensaio:	11-06-1997	Dias:	28+1
% de tailings (n/C):	47,5	% de tailings (C):	47,5	Volume (cm3):	95,27
% de pó de pedra:	0,0	% de cimento:	5,0	Peso seco (g):	191,0
% de água:	17,4	Observações:	Isolado com plástico	Teor humidade:	9,9%
				RCU (MPa):	0,88

Divisões	Def lida	Def. corrigida	% def	pressão
0	0,000	0,000	0,00%	0,00
5	0,030	0,030	0,04%	0,04
10	0,100	0,100	0,12%	0,07
15	0,150	0,150	0,18%	0,11
20	0,180	0,180	0,21%	0,14
25	0,220	0,220	0,26%	0,18
30	0,240	0,240	0,29%	0,21
35	0,270	0,270	0,32%	0,25
40	0,300	0,300	0,36%	0,28
45	0,320	0,320	0,38%	0,32
50	0,370	0,370	0,44%	0,36
55	0,390	0,390	0,46%	0,39
60	0,420	0,420	0,50%	0,43
65	0,440	0,440	0,52%	0,46
70	0,470	0,470	0,56%	0,50
75	0,500	0,500	0,60%	0,53
80	0,530	0,530	0,63%	0,57
85	0,550	0,550	0,65%	0,60
90	0,570	0,570	0,68%	0,64
95	0,600	0,600	0,71%	0,68
100	0,620	0,620	0,74%	0,71
105	0,640	0,640	0,76%	0,75
110	0,680	0,680	0,81%	0,78
115	0,700	0,700	0,83%	0,82
120	0,750	0,750	0,89%	0,85
124	0,800	0,800	0,95%	0,88
115	0,850	0,850	1,01%	0,82
110	0,900	0,900	1,07%	0,78
98	0,980	0,980	1,17%	0,70
100	1,000	1,000	1,19%	0,71
105	1,100	1,100	1,31%	0,75
110	1,180	1,180	1,40%	0,78
105	1,250	1,250	1,49%	0,75
100	1,300	1,300	1,55%	0,71
95	1,330	1,330	1,58%	0,68
90	1,350	1,350	1,61%	0,64



Paste-Fill 1997

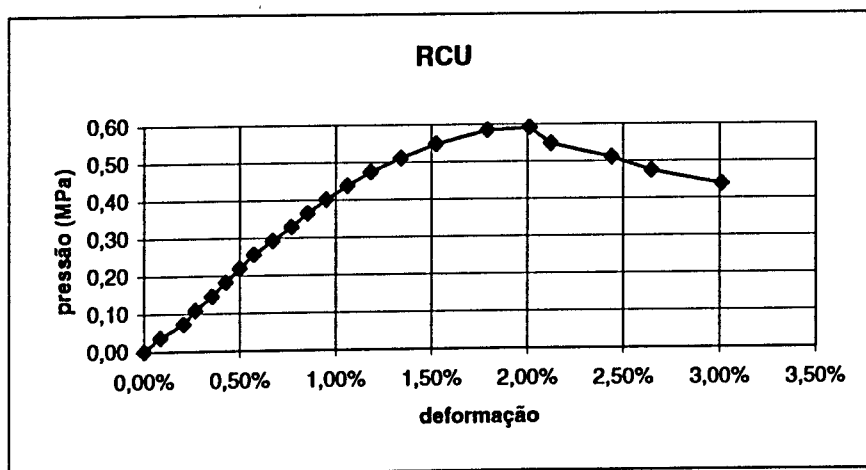
Diâmetro (mm) = 37,5

Nome da amostra: T50C5%CI230LAB

Molde Nº:	9	Altura (mm):	82,0	Peso (g):	199,4
Data de Fabrico:	13-05-1997	Data do ensaio:	11-06-1997	Dias:	28+1
% de tailings (n/C):	47,5	% de tailings (C):	47,5	Volume (cm3):	90,57
% de pó de pedra:	0,0	% de cimento:	5,0		
% de água:	17,4	Observações:	Isolado com plástico		

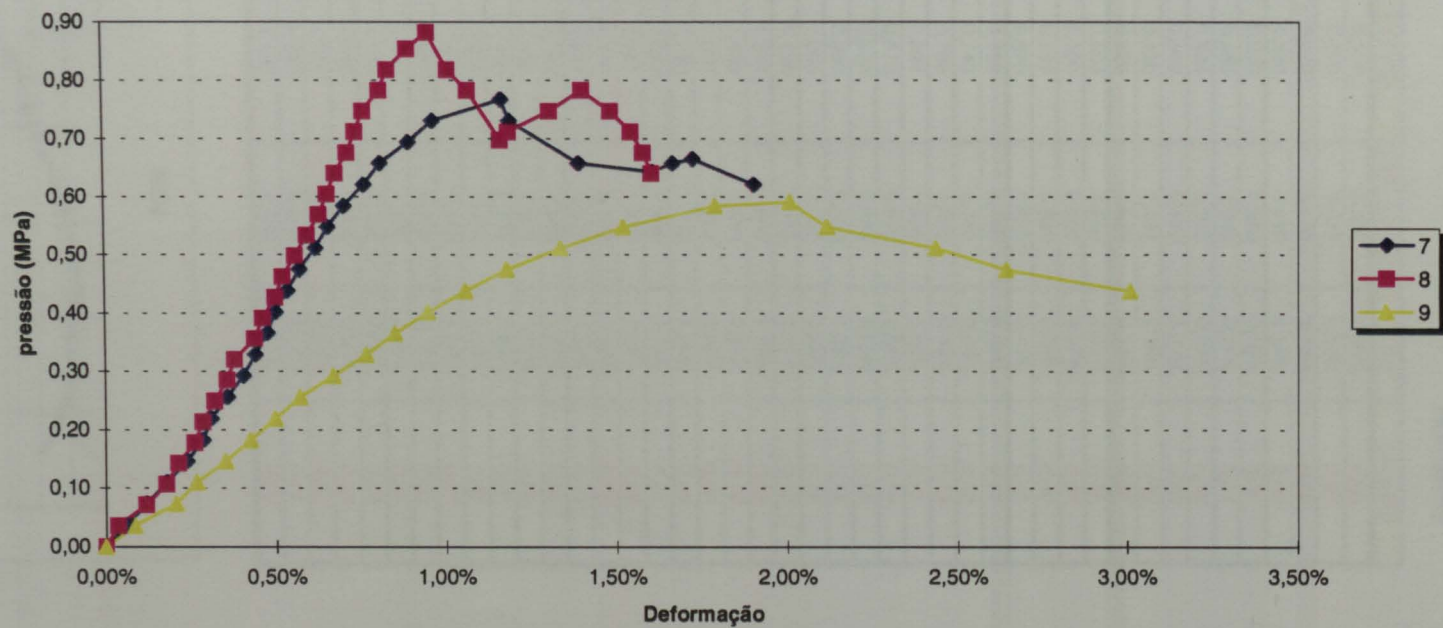
RCU (MPa): 0,59

Divisões	Def lida	Def. corrigida	% def	pressão
0	0,000	0,000	0,00%	0,00
5	0,070	0,070	0,09%	0,04
10	0,170	0,170	0,21%	0,07
15	0,220	0,220	0,27%	0,11
20	0,290	0,290	0,35%	0,15
25	0,350	0,350	0,43%	0,18
30	0,410	0,410	0,50%	0,22
35	0,470	0,470	0,57%	0,26
40	0,550	0,550	0,67%	0,29
45	0,630	0,630	0,77%	0,33
50	0,700	0,700	0,85%	0,37
55	0,780	0,780	0,95%	0,40
60	0,870	0,870	1,06%	0,44
65	0,970	0,970	1,18%	0,47
70	1,100	1,100	1,34%	0,51
75	1,250	1,250	1,52%	0,55
80	1,470	1,470	1,79%	0,58
81	1,650	1,650	2,01%	0,59
75	1,740	1,740	2,12%	0,55
70	2,000	2,000	2,44%	0,51
65	2,170	2,170	2,65%	0,47
60	2,470	2,470	3,01%	0,44



# T50C5%Ci230LAB

28 dias



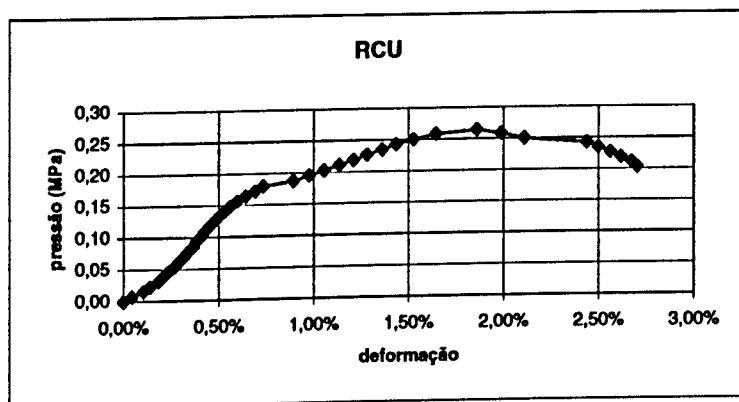
Paste-Fill 1997

Diâmetro (mm) = 81,0

Nome da amostra: C97CI230LAB

Molde Nº:	4	Altura (mm):	164,0	Peso (g):	2289,1
Data de Fabrico:	19-05-1997	Data do ensaio:	26-05-1997	Dias:	7
% de tailings (n/C):	0,0	% de tailings (C):	97,0	Volume (cm3):	845,09
% de pó de pedra:	0,0	% de cimento:	3,0	Peso seco (g):	1934,0
% de água:	20,5	Observações:	Isolado com plástico	Teor humidade:	15,5%
				RCU (MPa):	0,26

Divisões	Def lida	Def. corrigida	% def	pressão
0	0,000	0,000	0,00%	0,00
5	0,070	0,070	0,04%	0,01
10	0,170	0,170	0,10%	0,02
15	0,230	0,230	0,14%	0,02
20	0,300	0,300	0,18%	0,03
25	0,340	0,340	0,21%	0,04
30	0,390	0,390	0,24%	0,05
35	0,440	0,440	0,27%	0,05
40	0,480	0,480	0,29%	0,06
45	0,520	0,520	0,32%	0,07
50	0,560	0,560	0,34%	0,08
55	0,600	0,600	0,37%	0,09
60	0,630	0,630	0,38%	0,09
65	0,670	0,670	0,41%	0,10
70	0,700	0,700	0,43%	0,11
75	0,740	0,740	0,45%	0,12
80	0,780	0,780	0,48%	0,13
85	0,820	0,820	0,50%	0,13
90	0,870	0,870	0,53%	0,14
95	0,920	0,920	0,56%	0,15
100	0,980	0,980	0,60%	0,16
105	1,050	1,050	0,64%	0,16
110	1,130	1,130	0,69%	0,17
115	1,200	1,200	0,73%	0,18
120	1,460	1,460	0,89%	0,19
125	1,600	1,600	0,98%	0,20
130	1,730	1,730	1,05%	0,20
135	1,860	1,860	1,13%	0,21
140	1,980	1,980	1,21%	0,22
145	2,100	2,100	1,28%	0,23
150	2,230	2,230	1,36%	0,23
155	2,350	2,350	1,43%	0,24
160	2,500	2,500	1,52%	0,25
165	2,700	2,700	1,65%	0,26
169	3,050	3,050	1,86%	0,26
165	3,260	3,260	1,99%	0,26
160	3,460	3,460	2,11%	0,25
155	4,000	4,000	2,44%	0,24
150	4,100	4,100	2,50%	0,23
145	4,200	4,200	2,56%	0,23
140	4,290	4,290	2,62%	0,22
135	4,380	4,380	2,67%	0,21
130	4,430	4,430	2,70%	0,20



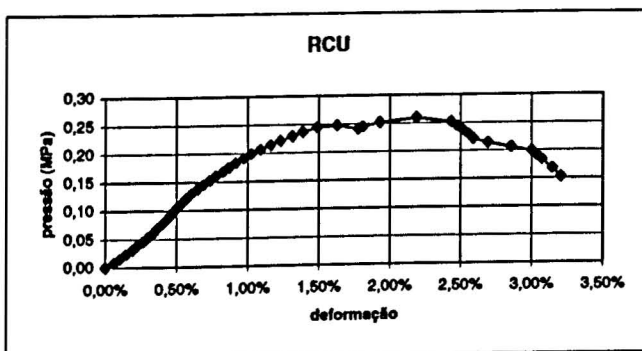
Paste-Fill 1997

Diâmetro (mm) = 82,0

Nome da amostra: C97C1230LAB

Molde Nº:	5	Altura (mm):	166,0	Peso (g):	2290,0
Data de Fabrico:	19-05-1997	Data do ensaio:	26-05-1997	Dias:	7
% de tailings (n/C):	0,0	% de tailings (C):	97,0	Volume (cm3):	876,65
% de pó de pedra:	0,0	% de cimento:	3,0	Peso seco (g):	1931,8
% de água:	20,5	Observações:	Isolado com plástico	Teor humidade:	15,7%
				RCU (MPa):	0,26

Divisões	Def lida	Def. corrigida	% def	pressão
0	0,000	0,000	0,00%	0,00
5	0,100	0,100	0,06%	0,01
10	0,170	0,170	0,10%	0,02
15	0,240	0,240	0,14%	0,02
20	0,310	0,310	0,19%	0,03
25	0,370	0,370	0,22%	0,04
30	0,440	0,440	0,27%	0,05
35	0,500	0,500	0,30%	0,05
40	0,560	0,560	0,34%	0,06
45	0,605	0,605	0,36%	0,07
50	0,660	0,660	0,40%	0,08
55	0,710	0,710	0,43%	0,08
60	0,755	0,755	0,45%	0,09
65	0,800	0,800	0,48%	0,10
70	0,850	0,850	0,51%	0,11
75	0,900	0,900	0,54%	0,11
80	0,950	0,950	0,57%	0,12
85	1,005	1,005	0,61%	0,13
90	1,070	1,070	0,64%	0,14
95	1,140	1,140	0,69%	0,15
100	1,215	1,215	0,73%	0,15
105	1,290	1,290	0,78%	0,16
110	1,370	1,370	0,83%	0,17
115	1,440	1,440	0,87%	0,18
120	1,520	1,520	0,92%	0,18
125	1,610	1,610	0,97%	0,19
130	1,700	1,700	1,02%	0,20
135	1,810	1,810	1,09%	0,21
140	1,925	1,925	1,16%	0,21
145	2,040	2,040	1,23%	0,22
150	2,180	2,180	1,31%	0,23
155	2,300	2,300	1,39%	0,24
160	2,470	2,470	1,49%	0,24
162	2,700	2,700	1,63%	0,25
158	2,950	2,950	1,78%	0,24
160	3,000	3,000	1,81%	0,24
165	3,200	3,200	1,93%	0,25
170	3,630	3,630	2,19%	0,26
165	4,040	4,040	2,43%	0,25
160	4,110	4,110	2,48%	0,24
155	4,180	4,180	2,52%	0,24
150	4,240	4,240	2,55%	0,23
145	4,300	4,300	2,59%	0,22
140	4,470	4,470	2,69%	0,21
135	4,740	4,740	2,86%	0,21
130	4,980	4,980	3,00%	0,20
125	5,040	5,040	3,04%	0,19
120	5,100	5,100	3,07%	0,18
110	5,220	5,220	3,14%	0,17
100	5,320	5,320	3,20%	0,15



Paste-Fill 1997

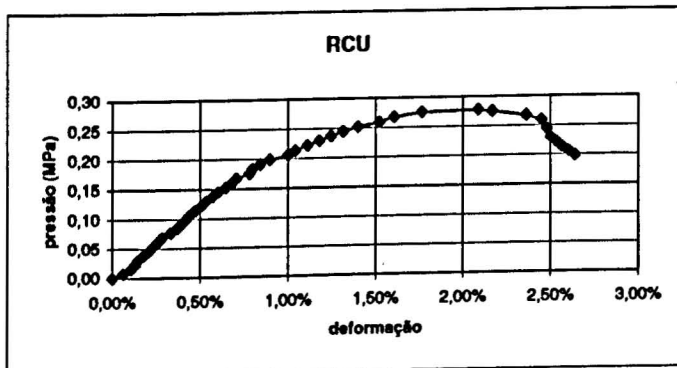
Diâmetro (mm) = 82,0

Nome da amostra: C97C1230LAB

Molde Nº: 6      Altura (mm): 163,0      Peso (g): 2241,0  
 Data de Fabrico: 19-05-1997      Data do ensaio: 26-05-1997      Dias: 7  
 % de tailings (n/C): 0,0      % de tailings (C): 97,0      Volume (cm3): 860,81  
 % de pó de pedra: 0,0      % de cimento: 3,0  
 % de água: 20,5      Observações: Isolado com plástico

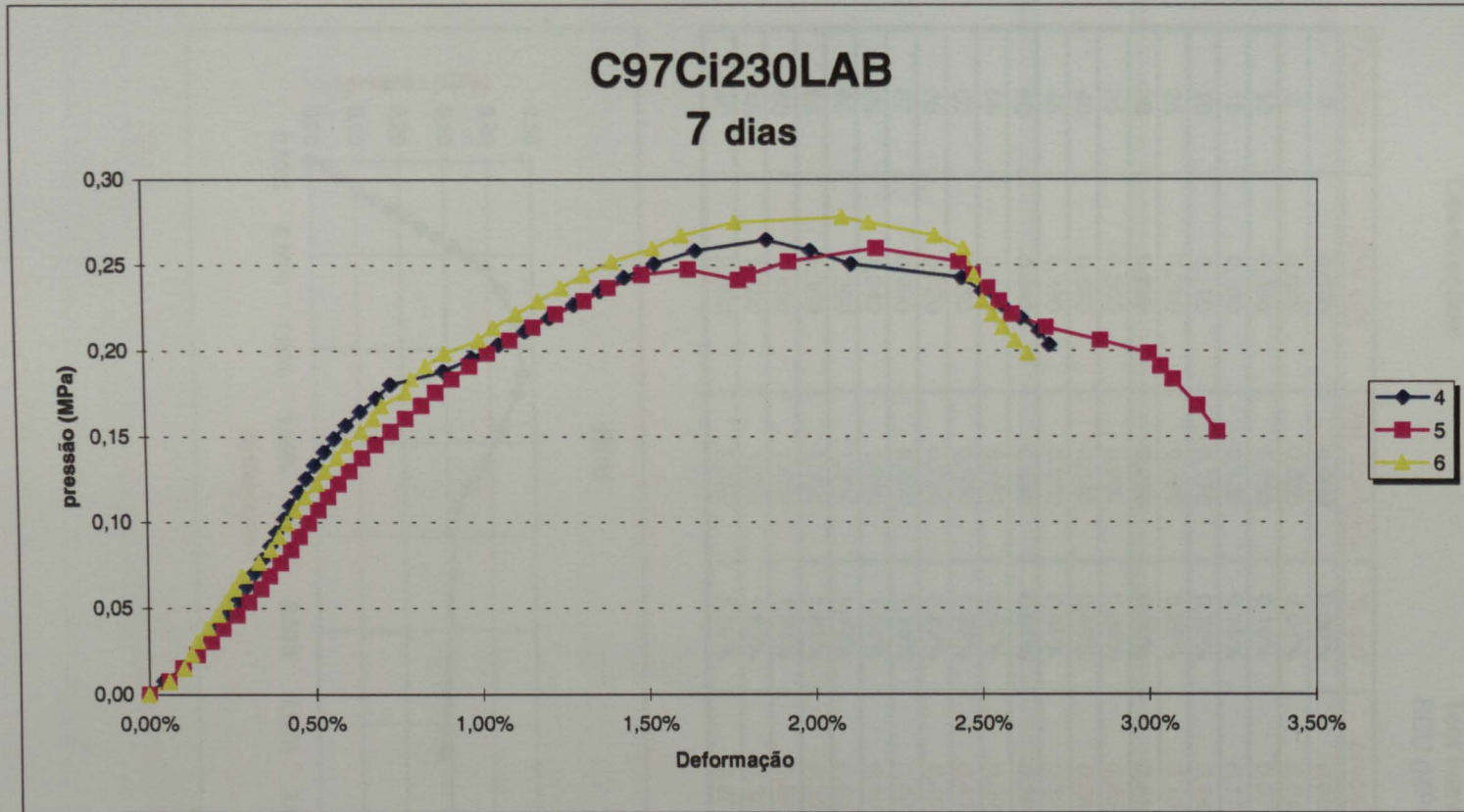
RCU (MPa): 0,28

Divisões	Def lida	Def. corrigida	% def	pressão
0	0,000	0,000	0,00%	0,00
5	0,100	0,100	0,06%	0,01
10	0,170	0,170	0,10%	0,02
15	0,210	0,210	0,13%	0,02
20	0,240	0,240	0,15%	0,03
25	0,290	0,290	0,18%	0,04
30	0,340	0,340	0,21%	0,05
35	0,380	0,380	0,23%	0,05
40	0,420	0,420	0,26%	0,06
45	0,460	0,460	0,28%	0,07
50	0,540	0,540	0,33%	0,08
55	0,600	0,600	0,37%	0,08
60	0,640	0,640	0,39%	0,09
65	0,680	0,680	0,42%	0,10
70	0,720	0,720	0,44%	0,11
75	0,770	0,770	0,47%	0,11
80	0,830	0,830	0,51%	0,12
85	0,870	0,870	0,53%	0,13
90	0,930	0,930	0,57%	0,14
95	0,980	0,980	0,60%	0,15
100	1,050	1,050	0,64%	0,15
105	1,110	1,110	0,68%	0,16
110	1,150	1,150	0,71%	0,17
115	1,270	1,270	0,78%	0,18
120	1,300	1,300	0,80%	0,18
125	1,370	1,370	0,84%	0,19
130	1,460	1,460	0,90%	0,20
135	1,630	1,630	1,00%	0,21
140	1,700	1,700	1,04%	0,21
145	1,810	1,810	1,11%	0,22
150	1,920	1,920	1,18%	0,23
155	2,030	2,030	1,25%	0,24
160	2,140	2,140	1,31%	0,24
165	2,280	2,280	1,40%	0,25
170	2,480	2,480	1,52%	0,26
175	2,620	2,620	1,61%	0,27
180	2,880	2,880	1,77%	0,28
182	3,400	3,400	2,09%	0,28
180	3,530	3,530	2,17%	0,28
175	3,850	3,850	2,36%	0,27
170	3,990	3,990	2,45%	0,26
160	4,040	4,040	2,48%	0,24
150	4,080	4,080	2,50%	0,23
145	4,130	4,130	2,53%	0,22
140	4,180	4,180	2,56%	0,21
135	4,240	4,240	2,60%	0,21
130	4,300	4,300	2,64%	0,20



# C97Ci230LAB

7 dias





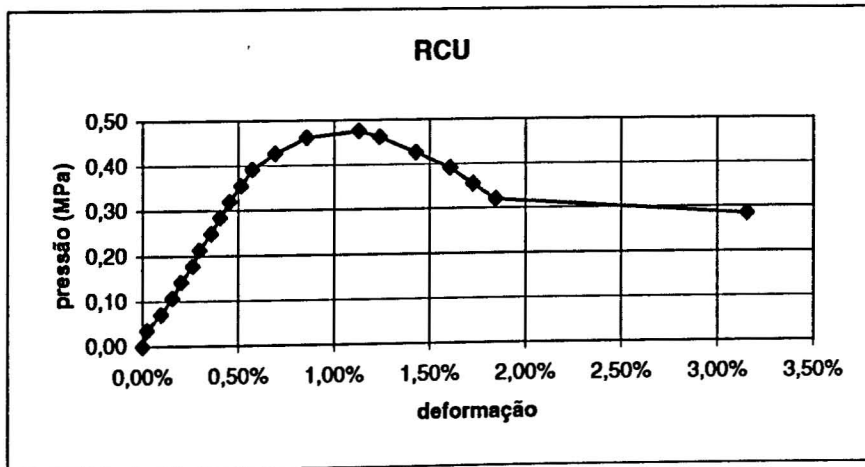
Paste-Fill 1997

Diâmetro (mm) = 38,0

Nome da amostra: C95CI230LAB

Molde Nº:	1	Altura (mm):	84,0	Peso (g):	206,6
Data de Fabrico:	27-05-1997	Data do ensaio:	30-05-1997	Dias:	3
% de tailings (n/C):	0,0	% de tailings (C):	95,0	Volume (cm <sup>3</sup> ):	95,27
% de pó de pedra:	0,0	% de cimento:	5,0	Peso seco (g):	182,0
% de água:		Observações:		Teor humidade:	11,9%
				RCU (MPa):	0,48

Divisões	Def lida	Def. corrigida	% def	pressão
0	0,000	0,000	0,00%	0,00
5	0,020	0,020	0,02%	0,04
10	0,080	0,080	0,10%	0,07
15	0,130	0,130	0,15%	0,11
20	0,170	0,170	0,20%	0,14
25	0,220	0,220	0,26%	0,18
30	0,250	0,250	0,30%	0,21
35	0,300	0,300	0,36%	0,25
40	0,340	0,340	0,40%	0,28
45	0,380	0,380	0,45%	0,32
50	0,430	0,430	0,51%	0,36
55	0,480	0,480	0,57%	0,39
60	0,580	0,580	0,69%	0,43
65	0,720	0,720	0,86%	0,46
67	0,950	0,950	1,13%	0,48
65	1,040	1,040	1,24%	0,46
60	1,200	1,200	1,43%	0,43
55	1,350	1,350	1,61%	0,39
50	1,450	1,450	1,73%	0,36
45	1,550	1,550	1,85%	0,32
40	2,650	2,650	3,15%	0,28



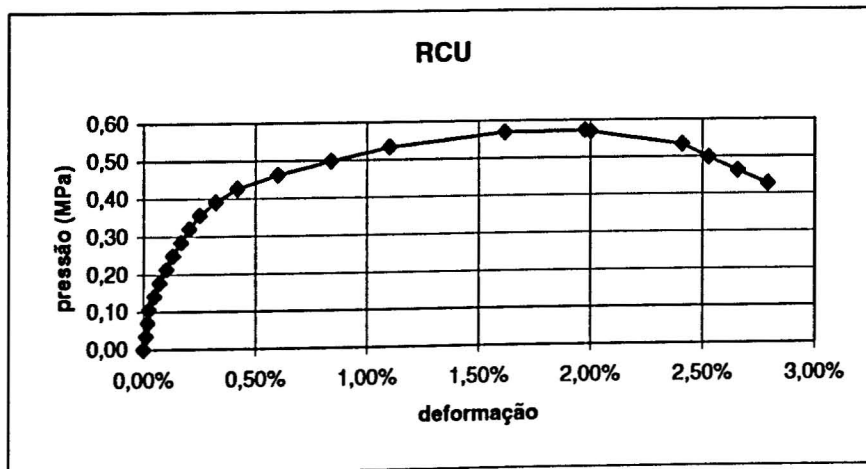
Paste-Fill 1997

Diâmetro (mm) = 38,0

Nome da amostra: C95C1230LAB

Molde Nº:	2	Altura (mm):	83,5	Peso (g):	209,7
Data de Fabrico:	27-05-1997	Data do ensaio:	30-05-1997	Dias:	3
% de tailings (n/C):	0,0	% de tailings (C):	95,0	Volume (cm3):	94,70
% de pó de pedra:	0,0	% de cimento:	5,0	Peso seco (g):	184,7
% de água:	0,0	Observações:		Teor humidade:	11,9%
				RCU (MPa):	0,57

Divisões	Def lida	Def. corrigida	% def	pressão
0	0,000	0,000	0,00%	0,00
5	0,010	0,010	0,01%	0,04
10	0,015	0,015	0,02%	0,07
15	0,020	0,020	0,02%	0,11
20	0,040	0,040	0,05%	0,14
25	0,060	0,060	0,07%	0,18
30	0,085	0,085	0,10%	0,21
35	0,110	0,110	0,13%	0,25
40	0,140	0,140	0,17%	0,28
45	0,170	0,170	0,20%	0,32
50	0,210	0,210	0,25%	0,36
55	0,270	0,270	0,32%	0,39
60	0,350	0,350	0,42%	0,43
65	0,500	0,500	0,60%	0,46
70	0,700	0,700	0,84%	0,50
75	0,920	0,920	1,10%	0,53
80	1,350	1,350	1,62%	0,57
80,5	1,650	1,650	1,98%	0,57
80	1,670	1,670	2,00%	0,57
75	2,010	2,010	2,41%	0,53
70	2,110	2,110	2,53%	0,50
65	2,220	2,220	2,66%	0,46
60	2,330	2,330	2,79%	0,43



Paste-Fill 1997

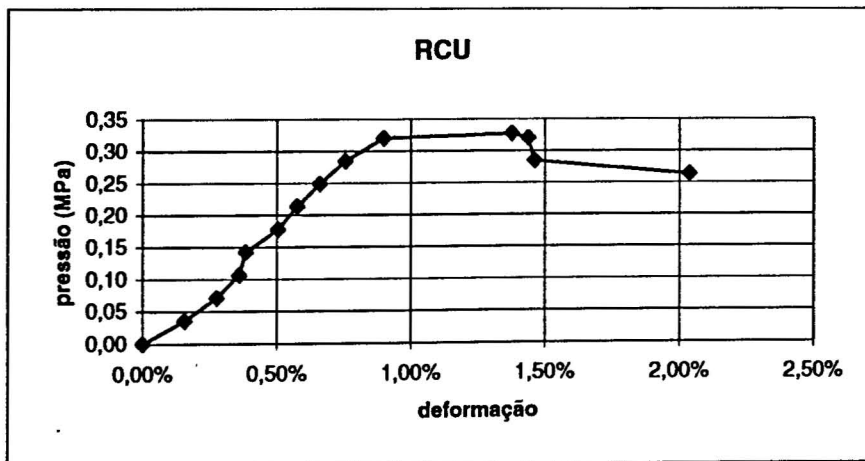
**Diâmetro (mm) = 38,0**

**Nome da amostra: C95CI230LAB**

Molde Nº:	3	Altura (mm):	83,5	Peso (g):	206,4
Data de Fabrico:	27-05-1997	Data do ensaio:	30-05-1997	Dias:	3
% de tailings (n/C):	0,0	% de tailings (C):	95,0	Volume (cm3):	94,70
% de pó de pedra:	0,0	% de cimento:	5,0		
% de água:	0,0	Observações:			

**RCU (MPa): 0,33**

Divisões	Def lida	Def. corrigida	% def	pressão
0	0,000	0,000	0,00%	0,00
5	0,130	0,130	0,16%	0,04
10	0,230	0,230	0,28%	0,07
15	0,300	0,300	0,36%	0,11
20	0,320	0,320	0,38%	0,14
25	0,420	0,420	0,50%	0,18
30	0,480	0,480	0,57%	0,21
35	0,550	0,550	0,66%	0,25
40	0,630	0,630	0,75%	0,28
45	0,750	0,750	0,90%	0,32
46	1,150	1,150	1,38%	0,33
45	1,200	1,200	1,44%	0,32
40	1,220	1,220	1,46%	0,28
37	1,700	1,700	2,04%	0,26



Paste-Fill 1997

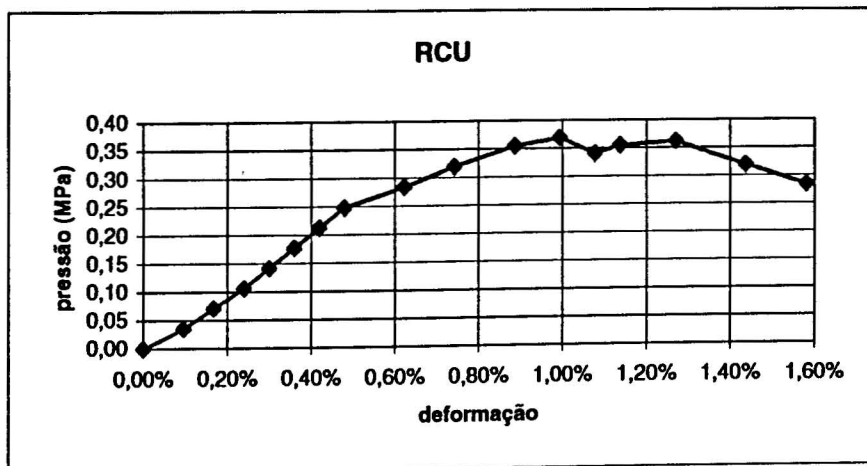
**Diâmetro (mm) = 38,0**

**Nome da amostra: C95CI230LAB**

Molde Nº:	4,0	Altura (mm):	83,5	Peso (g):	207,7
Data de Fabrico:	27-05-1997	Data do ensaio:	30-05-1997	Dias:	3
% de tailings (n/C):	0,0	% de tailings (C):	95,0	Volume (cm3):	94,70
% de pó de pedra:	0,0	% de cimento:	5,0		
% de água:		Observações:			

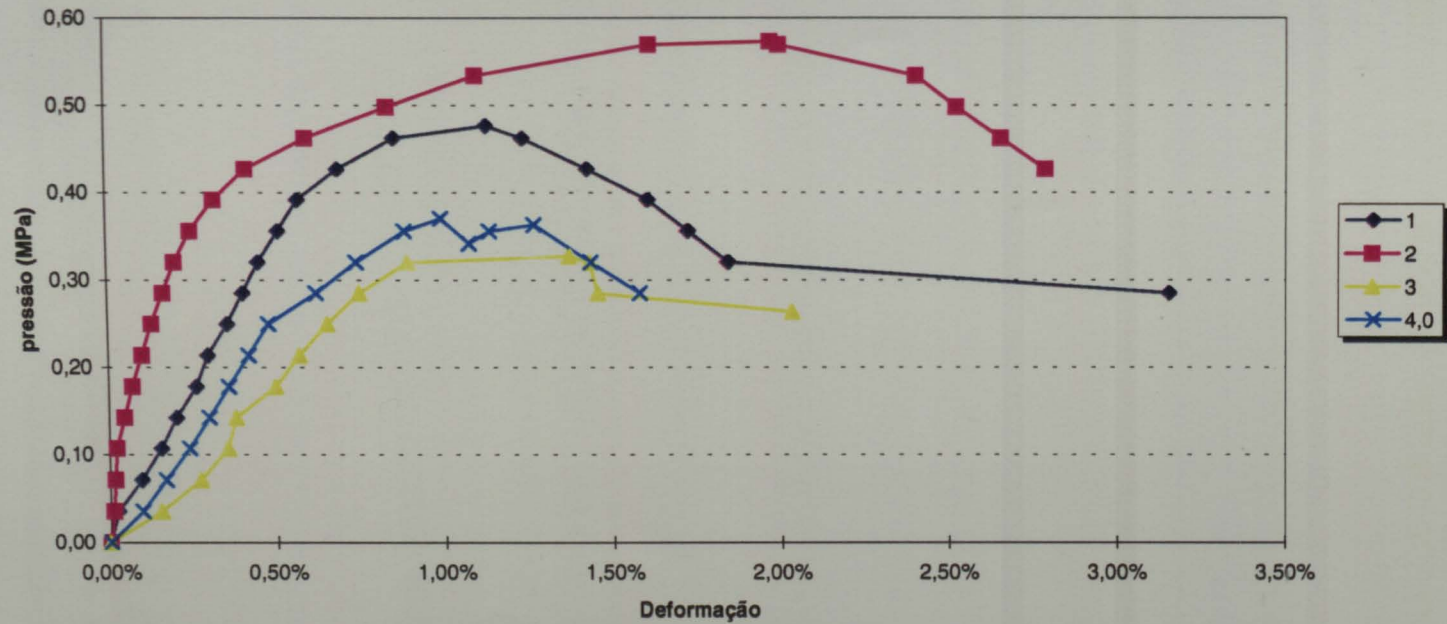
**RCU (MPa): 0,37**

Divisões	Def lida	Def. corrigida	% def	pressão
0	0,000	0,000	0,00%	0,00
5	0,080	0,080	0,10%	0,04
10	0,140	0,140	0,17%	0,07
15	0,200	0,200	0,24%	0,11
20	0,250	0,250	0,30%	0,14
25	0,300	0,300	0,36%	0,18
30	0,350	0,350	0,42%	0,21
35	0,400	0,400	0,48%	0,25
40	0,520	0,520	0,62%	0,28
45	0,620	0,620	0,74%	0,32
50	0,740	0,740	0,89%	0,36
52	0,830	0,830	0,99%	0,37
48	0,900	0,900	1,08%	0,34
50	0,950	0,950	1,14%	0,36
51	1,060	1,060	1,27%	0,36
45	1,200	1,200	1,44%	0,32
40	1,320	1,320	1,58%	0,28



# C95Ci230LAB

3 dias





FACULDADE DE ENGENHARIA  
UNIVERSIDADE DO PORTO

BIBLIOTECA



0000079830

MINISTERIO DA EDUCAÇÃO DEPGEP

**prodep**

PROGRAMA DE DESENVOLVIMENTO EDUCATIVO PARA PORTUGAL



UNIÃO EUROPEIA  
Fundo Social Europeu

**Nome: Lídia Bárbara Patrocínio Fernandes**

**Curso: Eng<sup>a</sup> de Minas**

**Datas: 01/03/97 a 31/06/97**

**Tema: Projecto Paste-Fill**

**Empresa: SOMINCOR**

**Concurso: 3/96 - PRODEP II - Medida 5/Ação 5.2 - Estág**