



# UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAIBA

CAMPUS II – CAMPINA GRANDE – PB

CURSO DE  
ENGENHARIA CIVIL

UBIRATAN GOMES BERNARDINO

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
AVENIDA APRÍGIO VELOSO, 882 - Cx. Postal 518  
TELEX: 0832211 - FONE: (083) 321.7222  
58.100 - CAMPINA GRANDE – PB  
BRASIL



Biblioteca Setorial do CDSA. Maio de 2021.

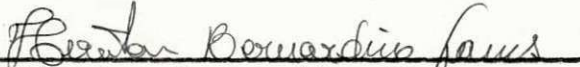
Sumé - PB

Ilmº Sr. Coordenador do Curso de Engenharia Civil do  
Centro de Ciências e Tecnologia da UFPB - Campina \_  
-Grande - PB.

Ubiratan Bernardino Gomes, aluno regular-  
mente matriculado no Curso de Engenharia Civil deste \_  
\_Centro, sob o nº de inscrição 7621067-6, com estágio \_  
supervisionado no Laboratório de Sólidos II, da Universi-  
dade Federal da Paraíba, com sede em Campina Grande, \_  
vem requerer de Vossa Senhoria que se digne apreciar o  
seu relatório anexo. Ao mesmo tempo, solicita que o re-  
latório seja encaminhado a quem de direito, para a atri-  
buição do devido conceito e seja feita a contagem dos  
créditos correspondentes.

Nestes termos

Pede deferimento

  
Ubiratan Bernardino Gomes

Campina Grande, 29 de maio de 1981

I N D I C E



## I N D I C E

- 01 - AGRADECIMENTOS
- 02 - INTRODUÇÃO
- 03 - GENERALIDADES
- 04 - OBJETIVO
- 05 - AMOSTRA
- 06 - ENSAIO
- 07 - CÁLCULOS
- 08 - RESULTADOS
- 09 - ANEXOS
- 10 - COMENTÁRIO
- 11 - CONCLUSÃO
- 12 - BIBLIOGRAFIA

AGRADECIMENTOS

AGRADECIMENTOS

Ao Professor ADENILSON MONTES FERREIRA, pela oportunidade que me concedeu na realização desse estágio.

Ao professor ROBERTO VASCONCELOS COSTA, pela oportunidade e também pela orientação sincera e honesta com a qual o mesmo me orientou.

A LINDEMBERGUE PEREIRA DA COSTA e demais laboratoristas, como também aos funcionários do LABORATÓRIO DE SOLOS II.

INTRODUÇÃO TEÓRICA

## INTRODUÇÃO TEÓRICA

Solos lateríticos, são solos que ocorrem em regiões tropicais, são de cor avermelhada ou amarelada, podendo serem encontrados em grandes depósitos superficiais na América do Sul, como também na Austrália e na África.

Só depois de muito tempo, com o desenvolvimento das pesquisas sobre os solos tropicais, constatou-se que os mesmos podiam apresentar excelentes comportamentos geotécnicos, sendo seu comportamento no campo sensivelmente influenciado pela gênese, ou seja, pelo modo de formação, pelas características morfológicas, pelo grau de intemperismo e pela composição química e mineralógica. Depois desse estudo mudou-se o conceito de que os mesmos eram altamente problemáticos quando aplicados na construção de barragens ou pavimentos, sendo seu comportamento inferior aos solos de climas temperados.



G E N E R A L I D A D E S

## GENERALIDADES

### Formação de Solos Lateríticos.

A formação dos solos lateríticos consiste essencialmente em alterações químicas e físico-químicas e/ou transformação dos minerais que constituem a rocha de origem em materiais ricos principalmente em argilo-mineral 1:1 e constituintes lateríticos tais como Fe, Al, Ti e Mg. A gênese dos materiais residuais lateríticos pode ser dividida em três estágios:

1. O primeiro estágio (intemperismo primário, decomposição) consiste na total ou parcial ruptura física e química de minerais primários e consequente liberação de pequenos elementos primários e gels sesquióxidos ;
2. O segundo estágio (intemperismo secundário ou laterização) consiste na lixiviação total ou parcial de sílica combinada e bases, e a acumulação relativa ou enriquecimento de óxidos, hidróxidos e sesquióxidos (principalmente  $Al_2O_3$ ,  $Fe_2O_3$  e  $TiO_2$ ) provenientes de outras fontes. A natureza e grau de intemperismo químico dos minerais primários é que definem a extensão alcançada pelo segundo estágio.

Sob condições semi-tropicais de baixa atividade química e de formação de solos, o intemperismo não vai além do estágio de formação de argila e o produto final consiste, principalmente, de argilo-minerais representados por caolinita e óxidos hidratados (ou não) de ferro-alumínio.

Sob condições climáticas quente-umidas com vegetação densa, o intemperismo pode alcançar tal intensidade de que mesmo argilo-minerais são destruídos e sílica é lixiviada; o material remanescente consistirá exclusivamente de óxidos de alumínio como gibsitita ou óxidos de ferro como a limonita ou goetita derivada do ferro.

3. O terceiro estágio (desidratação ou dissecação) consiste na desidratação total ou parcial (algumas vezes implicando em endurecimento) de materiais ricos em ses quióxidos e minerais secundários.

Observação: CLIMA

No processo de formação dos solos, o clima exerce fator importante, devido a influência que exerce no processo de intemperismo, que é relacionado à temperatura e ao tempo que o solo permanece úmido.

As propriedades de clima, edogênicamente mais significantes, são a temperatura e a precipitação. Essas propriedades poderiam ser melhor analisadas se o estudo do clima fosse feito no interior do solo e não no ar, mas as informações a esse respeito são ainda raras.

✓

O B J E T I V O



## OBJETIVO

O objetivo deste trabalho é determinar a repetibilidade do ensaio de Índice de Suporte Califórnia (CBR) com mudanças de energias térmicas e mecânicas de 5 (cinco) solos do Estado da Paraíba. Com relação as energias mecânicas, foram fixadas as energias de Proctor Normal, intermediário e Modificado, enquanto que com relação as energias térmicas foram fixadas secagem ambiente e secagem a 60°C. Sendo os corpos de prova ensaiados sem imersão.





A M Ó S T R A

## PREPARAÇÃO DAS AMOSTRAS

### Amostras para CBR à Temperatura Ambiente

Os solos foram expostos durante 6(seis) horas aproximadamente, ao ar, e em seguida peneirados na peneira de 19mm.

### Amostras para CBR à Temperatura de 60°C

Os solos foram expostos à temperatura ambiente durante 6(seis) horas, depois peneirados na peneira de 19mm, e em seguida colocados na estufa à temperatura de 60°C durante 48(quarenta e oito) horas, tempo necessário para estabilização de umidade, segundo ensaios preliminares.

06 - ENSAIO

## ENSAIO

### MOLDAGEM DOS CORPOS DE PROVA

Os corpos de prova foram moldados de acordo com o Método DNER-ME 49-74, diferindo na preparação das a mostras em virtude da grande quantidade de concreções. Foram definidos 5 pontos na curva de compactação e pa ra cada ponto foram moldados 3 corpos de prova.

### RUPTURA DOS CORPOS DE PROVA

Os corpos de prova foram rompidos imediatamente após a moldagem, com velocidade de 1,27 mm/min.

↙  
a qual o processo adotado =



✓

C A L C U L O S



## CÁLCULOS

Depois de obtidos todos os dados do ensaio, quais sejam, umidade (U%), densidade ( $\gamma_s$ ) e Índice de Suporte Califórnia, e plotados nos gráficos, calculou-se os pontos para traçar a curva de saturação pela seguinte fórmula:

$$U \text{ sat} = \left( \frac{1}{\gamma_s} - \frac{1}{\gamma_{rm}} \right) \times 100$$

$\gamma_s \rightarrow$  densidade ?  
 $\gamma_{rm} \rightarrow$  densidade média  
 $\gamma_s$ : massa específica aparente seca

Observação:

Para o solo de Areia:

% retida na peneira de 2mm = 47  $\gamma_R = 2,85$

% passando na peneira de 2mm = 53  $\gamma_R = 2,71$

$$\gamma_{rm} = \frac{100}{\frac{47}{2,85} + \frac{53}{2,71}} \Rightarrow \gamma_{rm} = 2,77$$

✓

RESULTADOS

Resultados apresentados no anexo.

Ser mais claro na  
apresentação das tabelas e  
gráficos ~~present~~  
Ex: Gráfico X: Figura 01 (exemplo)  
por Legenda e explicar o  
significado do gráfico:  
ex: unidade de moléculas  
etc.

A N E X O S

## JAZIDAS SELECIONADAS E RESPECTIVAS IDENTIFICAÇÕES

<u>Jazida/Estado</u>	<u>Abreviação</u>
João Pessoa (PB)	JPPB
Sapé-Mari (PB)	SPPB
Areia (PB)	ARPB
Cuité (PB)	CTPB
Teixeira (PB)	TEPB

### LOCALIZAÇÃO E PERFIS DAS JAZIDAS SELECIONADAS

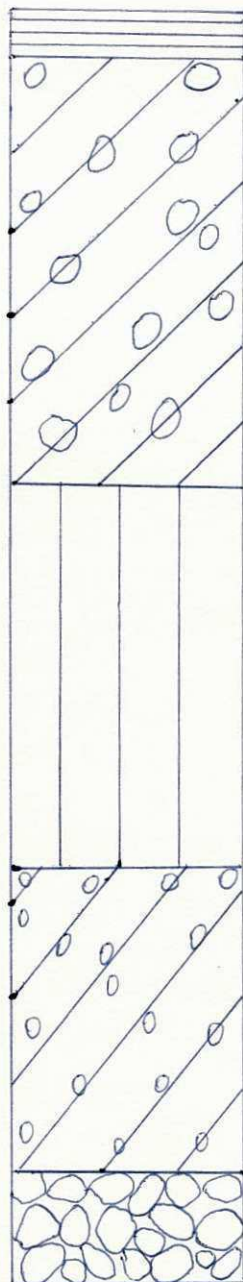
#### JAZIDA JOÃO PESSOA

##### 1. Localização

Jazida existente no Conjunto dos Bancários, a 2 Km do Campus Universitário, sentido Campus Cabo Branco.

O perfil da jazida é apresentado na figura 1.





Húmus com espessura máxima de 50 cm

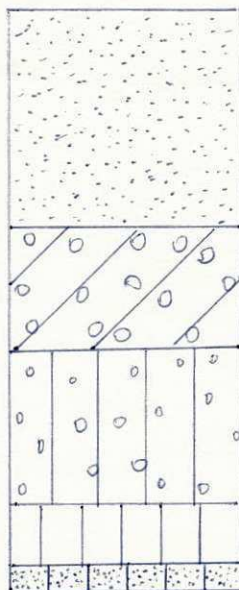
Material laterítico com concreções de diâmetros variados ( 2 a 40 cm). Espessura 7 m

Zona pálida. Material com diâmetro máximo de 2".  
Espessura 4 m

Material laterítico com pequenas compressões. Espessura 5 m

Rocha

FIGURA 1 - Jazida João Pessoa



Solo muito fino (Podsol)  
Profundidade até 1.40m

Pequenas concreções lateríticas - pisolitos  
espessura entre 60 e 80 cm

Argila vermelha roxa com concreções lateríticas  
duras. Espessura máxima de 1.00m

Argila vermelha mais solta. Espessura entre 20  
e 40 cm

Argila arenosa. Espessura desconhecida, com a-  
proximadamente 20 cm descoberto.

FIGURA 2 - Jazida Sapé-Mari



## 2. Formação Geológica:

A jazida está inserida na Formação Barreiras. Esta formação é constituída de sedimentos pouco consolidados, de estratificação predominantemente horizontal, afossilíferos, apresentando sedimentos areno-argilosos, argilo-arenosos, arenosos, argilas de coloração variegada, intercalando muitas vezes com camadas de seixos rolados e concreções lateríticas. Esta formação é datada do Terciário. (7)

## 3. Pedologia:

De acordo com o "Mapa Exploratório - Reconhecimento de Solos" do Estado da Paraíba, do Ministério da Agricultura, o solo da região é classificado como PV5 (Podzólico Vermelho Amarelo Latossólico, de textura arenoza. (7)

## 4. Clima e Precipitação:

Podemos classificar bioclimaticamente a região, segundo a classificação de Gaussen, como sendo Xerotérica, sub-região mesomediterrânea de caráter atenuado (3cTh), denominada no Brasil Mediterrâneo ou Nordeste quente de seca atenuada, com índice xerotérmico variando de 40 a 100, apresentando de 3 a 4 meses secos. A precipitação anual média é de 1.720mm. (7,10)

## JAZIDA "AREIA"

### 1. Localização:

A jazida está localizada na margem esquerda da rodovia PB-079 a 5 km da cidade de Remígio.

O perfil desta jazida está apresentado na Figura 3.

## 2. Formação Geológica:

A jazida está inserida no Pré-Cambriano (CD), representado na Paraíba por gnaisses e migmatitos. (7)

## 3. Pedologia:

De acordo com o "Mapa Exploratório - Reconhecimento de Solos" do Estado da Paraíba, do Ministério da Agricultura, o solo da região é classificado como PE 13 com a Preeminente textura argilosa e Solos Litólicos Eutróficos com a preeminente textura média. (7)

## 4. Clima e Precipitação:

Bioclimaticamente, segundo a classificação de Gaussen, podemos classificar a região onde está a Jazida "Areia" como sendo xerotérica, sub-grupo Submediterrâneo de caráter transição (3bTh), denominado no Brasil Mediterrâneo ou Nordeste sub-seca, com índice xerotérmico variando de 0 a 40, apresentando de 1 a 2 meses secos.

A precipitação média anual na região é de 1.000mm. (7,10)

## JAZIDA "SAPÉ-MARI"

### 1. Localização:

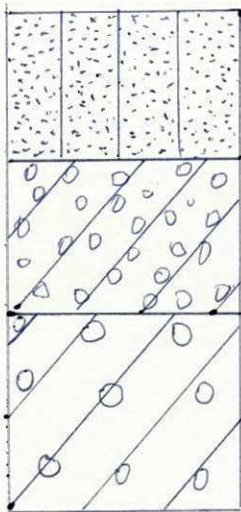
A jazida Sapé-Mari está localizada na margem direita da Rodovia PB-055, a 6 km da cidade de Mari, no sentido Sapé para Mari.

O perfil da jazida a apresentado na Figura 2.

### 2. Formação Geológica:

A jazida está inserida na Formação Barrei





Material areno-siltoso de cor escura

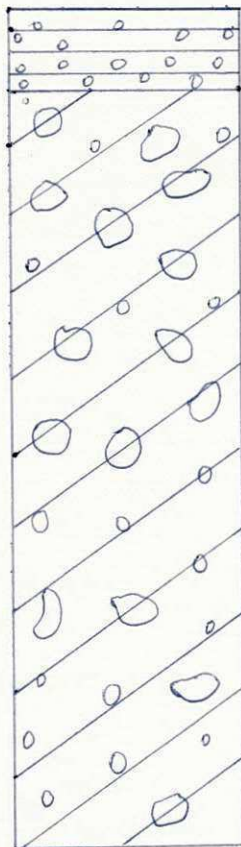
Profundidade entre 60 e 80 cm

Material de cor avermelhada com cascalho laterítico em grande quantidade. Espessura entre 40 a 50 cm

Material de cor avermelhada com cascalho laterítico com o 1" em pequena quantidade.

Profundidade visível até 4 m

FIGURA 3 - Jazida Areia



Húmus com grande quantidade de cascalho.

Profundidade até 20 cm

Material fino de cor amarela com grande quantidade de de concreções de dimensões variadas de cor vermelho escuro. Espessura visível até 2.00 m

FIGURA 4 - Jazida Cuité

ras. Esta formação é constituída de sedimentos pouco consolidados, de estratificação predominantemente horizontal, afossilíferos, apresentando sedimentos areno-argilosos, argilas de coloração variada, intercalando muitas vezes com camadas de seixos rolados e concreções lateríticas. Esta formação é datada do Terciário. (7)

### 3. Pedologia:

De acordo com o "Mapa Exploratório - Reconhecimento de Solos" do Estado da Paraíba, do Ministério da Agricultura, o solo da região é classificado como PV6 (Podzólico Vermelho Amarelo) com a proeminente, textura argilosa. (7)

### 4. Clima e Precipitação:

Bioclimaticamente, segundo a classificação de Gaussen, podemos classificar a região onde está a jazida Sapé-Mari como sendo xerotérica, sub-grupo Mesomediterrânea de caráter atenuado (3cTh), denominado no Brasil como sendo Mediterrâneo ou Nordeste quente de seca atenuada, com índice xerotérmico variando de 40 a 100, apresentando de 3 a 4 meses secos.

A precipitação anual média na região é de 1.100 mm. (7,10)

## JAZIDA "TEIXEIRA"

### 1. Localização:

A jazida "Teixeira" está localizada na margem esquerda da rodovia PB-306, ligando Teixeira a Princesa Isabel, a 8 km da cidade de Teixeira.

O perfil desta jazida é mostrado na Figura 5.

### 2. Formação Geológica:



Material areno-argiloso com cascalho lateríticos  
Profundidade entre 20 e 30 cm

Solo fino, de cor variegada (vermelho, amarelo e  
branco) com grande quantidade de solo areno-sil  
toso. Espessura visível da camada 2.70 m

FIGURA 5 - Jazida Teixeira



✓

A jazida está inserida na Formação "Serra dos Martins". Esta formação consiste de sedimentos argilosos, arenitos solidificados, arenitos ferruginosos fortemente cimentados por limonite, além de gangas lateríticas, repousando sobre terrenos do Pré-Cambriano. A formação é datada do Terciário.(7)

### 3. Pedologia:

De acordo com o "Mapa Exploratório - Reconhecimento de solos" do Estado da Paraíba, do Ministério da Agricultura, o solo da região é classificado como REe3 (Regosol Eutrófico e solos Litplícos Eutróficos), apresentando textura arenosa. (7)

### 4. Clima e Precipitação:

Bioclimaticamente, segundo a classificação de Gaussen, a região de Teixeira é classificada como xeroquimênica, sub-grupo Termoxeroquimênica de caráter acentuado (4aTh), denominada no Brasil como Tropical quente de seca acentuada, apresentando índice xerotérmico variando do mês mais frio superior a 15°C.

A precipitação média anual da região é de 500 mm. (7,10)

## JAZIDA "CUIITÉ"

### 1. Localização:

A jazida Cuité está localizada na margem direita da rodovia PB-149, a 700m da entrada da cidade de Cuité.

Na figura 4 apresenta-se o perfil da jazida.

### 2. Formação Geológica:

A jazida está inserida na Formação "Serra dos

✓

Martins". Esta formação consiste em sedimentos argilosos, arenitos silicificados, arenitos ferruginosos fortemente cimentados por limonita, além de gangas lateríticas, repousando sobre terrenos do Pré - cambriano. A formação é datada como sendo do Terciário.  
(7)

### 3. Pedologia:

De acordo com o "Mapa Exploratório - reconhecimento de Solos" do Estado da Paraíba, do Ministério da Agricultura, o solo da região é classificado como LVel (Latosol Vermelho Amarelo Eutrófico), apresentando textura argilosa. (7)

### 4. Clima e Precipitação:

Bioclimaticamente, utilizando a classificação de Gaussen, podemos classificar a região em que está localizada a jazida Cuité como xerotérica, sub região termomediterrâneo de caráter médio (3bTh) denominado no Brasil Mediterrâneo ou Nordeste quente de seca média, com índice xerotérmico variando de 100 a 150 apresentando de 5 a 6 meses secos.

A precipitação anual média na região é de 400 mm (7,10)



SOLO JPPB

PARAME- -TRO PROC- TOR	SECAGEM AMBIENTE			SECAGEM 60º		
	$\gamma_{sm\acute{a}x}$ (kg/m <sup>3</sup> )	U <sub>ót.</sub> (%)	CBR (%)	$\gamma_{sm\acute{a}x}$ (kg/m <sup>3</sup> )	U <sub>ót.</sub> (%)	CBR (%)
9. N	1845	17,7	27,0	1845	17,8	7,0
I	1910	17,0	15,0	1890	16,0	21,0 34,5
M	1950	15,2	97,5	1980	14,8	69,0

SOLO SPPB

PARAME- -TRO PROC- TOR	SECAGEM AMBIENTE			SECAGEM 60º		
	$\gamma_{sm\acute{a}x}$ (kg/m <sup>3</sup> )	U <sub>ót.</sub> (%)	CBR (%)	$\gamma_{sm\acute{a}x}$ (kg/m <sup>3</sup> )	U <sub>ót.</sub> (%)	CBR (%)
N	1800	20,4	16,0	1765	20,0	4,0
I	1840	19,0	14,0	1830	18,5	22,0
M	1940	17,5	50,0	1875	17,	73,0

SOLO ARPB

PARAME- -TRO PROC- TOR	SECAGEM AMBIENTE			SECAGEM 60º		
	$\gamma_{sm\acute{a}x}$ (kg/m <sup>3</sup> )	U <sub>ót.</sub> (%)	CBR (%)	$\gamma_{sm\acute{a}x}$ (kg/m <sup>3</sup> )	U <sub>ót.</sub> (%)	CBR (%)
N	1715	19,0	12,5	1715	19,3	7,5
I	1755	18,2	24,0	1730	18,4	27,0
M	1845	17,7	20,0	1815	17,8	20,0

Valores de CBR correspondente as umidades: 16% e 17%

SOLO CTPB

PARÁMETRO PROC-TOR	SECAGEM AMBIENTE			SECAGEM 60°		
	$\gamma_{sm\acute{a}x}$ (Kg/m <sup>3</sup> )	U <sub>ot.</sub> (%)	CBR (%)	$\gamma_{sm\acute{a}x}$ (Kg/m <sup>3</sup> )	U <sub>ot.</sub> (%)	CBR (%)
N	1885	15,3	9,0	1905	15,3	6,0
I	1950	14,5	24,0	1950	14,5	12,0
M	2040	13,0	255,0	1990	13,2	21,0

SOLO TEPB

PARÁMETRO PROC-TOR	SECAGEM AMBIENTE			SECAGEM 60°		
	$\gamma_{sm\acute{a}x}$ (Kg/m <sup>3</sup> )	U <sub>ot.</sub> (%)	CBR (%)	$\gamma_{sm\acute{a}x}$ (Kg/m <sup>3</sup> )	U <sub>ot.</sub> (%)	CBR (%)
N	1600	21,4	U <sub>ot</sub> 18,0	1600	19,8	(21,4)9
I	1680	20,3	49,5	1665	18,3	29,0 3,0
M	1730	19,5	66,0	1755	18,0	75,0 50,5

- .. Valores de CBR correspondente as umidades: 19,8% e 21,4%
- .. Valores do CBR correspondente as umidades: 18,3% e 20,3%
- ...Valores do CBR correspondente as umidades: 18% e 19,5%





UT %	PROCTOR NORMAL			PROCTOR INTERMEDIARIO			PROCTOR MODIFICADO				
	Um %	$\gamma_s$ Kg/m <sup>3</sup>	CBR %	UT %	Um %	$\gamma_s$ Kg/m <sup>3</sup>	CBR %	UT %	Um %	$\gamma_s$ Kg/m <sup>3</sup>	CBR %
11	11,0	1564	13,8		12,6	1595	49,8		12,7	1750	105,0
	10,8	1560	14,1		12,3	1590	51,0		12,5	1760	106,0
	11,0	1570	13,5		12,7	1670	47,0		12,8	1745	103,0
	11,1	1561	13,9		12,7	1600	51,5		12,8	1752	106,0
	14,5	1680	45,0		14,6	1710	96,8		14,3	1908	127,0
	14,3	1675	44,0		14,5	1730	97,4		14,1	1903	131,0
	14,0	1430	44,2		14,6	1610	130,1		14,7	1935	164,0
	15,2	1685	46,7		14,8	1689	96,2		14,0	1915	123,0
	15,4	1792	48,3		15,5	1812	97,2		18,5	1845	19,2
	15,1	1700	47,3		15,7	1820	98,4		17,4	1867	20,0
	15,1	1801	51,0		15,3	1805	96,5		17,8	1900	18,8
	16,0	1875	46,5		15,4	1810	96,6		17,7	1870	18,8
	19,4	1728	10,2		17,1	1910	15,0		20,3	1785	4,8
	19,3	1730	10,8		17,0	1900	6,0		20,4	1752	5,0
	19,6	1725	9,6		17,0	1755	14,8		20,6	1780	4,6
	19,4	1730	6,6		17,2	1919	15,1		20,4	1772	4,9
	21,7	1677	2,7		12,7	1750	105,0		22,1	1510	2,6
	21,5	1680	3,0		12,5	1760	106,0		21,8	1670	3,0
	22,0	1480	2,8		12,8	1745	103,0		22,0	1700	2,5
	21,6	1675	2,4		12,8	1752	106,0		22,0	1685	2,4

9



JT %	PROCTOR NORMAL			PROCTOR INTERMEDIARIO			PROCTOR MODIFICADO				
	Um %	$\rho_s$ Kg/m <sup>3</sup>	CBR %	UT %	Um %	$\rho_s$ Kg/m <sup>3</sup>	CBR %	UT %	Um %	$\rho_s$ Kg/m <sup>3</sup>	CBR %
	8,5 8,4	1510 1500	4,0 3,8		10,9 10,8	1530 1547	30,0 30,5		8,8 8,7	1648 1655	54,2 55,8
	6,4	1505	2,0		10,7	1515	31,5		6,6	1477	49,0
	8,5	1523	4,1		11,1	1527	30,5		8,8	1640	57,7
	14,0 14,5	1632 1612	46,8 51,0		13,0 13,2	1772 1785	60,0 67,1		12,9 13,0	1825 1805	111,8 120,8
	13,8	1650	44,8		12,9	1498	58,4		13,1	1833	170,4
	13,7	1635	44,7		12,0	1760	54,5		12,7	1836	103,5
	17,6 17,5	1848 1855	7,5 7,9		16,1 16,4	1890 1829	20,7 19,8		17,1 17,0	1842 1853	21,3 22,1
	17,3	1823	7,2		15,4	1805	20,9		16,9	1812	21,0
	17,9	1865	6,6		16,5	1972	21,5		17,3	1861	20,9
	18,9 18,7	1770 1790	3,2 3,2		17,9 17,5	1841 1837	17,7 18,4		19,3 19,0	1765 1777	3,8 4,0
	19,1	1734	3,3		17,8	1855	17,0		19,5	1704	2,0
	19,0	1785	2,3		18,3	1830	10,5		19,5	1813	3,7
	20,1 20,2	1692 1675	1,8 2,0		18,8 19,0	1683 1692	3,3 3,0		21,0 22,0	1721 1717	3,0 1,5
	20,0	1705	1,7		18,7	1460	3,5		20,9	1710	2,9
	20,0	1695	1,8		21,8	1675	3,4		20,1	1735	3,0





JT %	PROCTOR NORMAL			PROCTOR INTERMEDIARIO				PROCTOR MODIFICADO			
	Um %	$\gamma_s$ Kg/m <sup>3</sup>	CBR %	UT %	Um %	$\gamma_s$ Kg/m <sup>3</sup>	CBR %	UT %	Um %	$\gamma_s$ Kg/m <sup>3</sup>	CBR %
	14,5	1570	84,0		15,8	1698	40,0		13,6	1710	100,0
	14,1	1604	85,0		15,4	1744	55,0		13,4	1705	195,0
	14,9	1536	120,4		16,2	1756	39,8		14,3	1714	98,7
	14,8	1694	83,1		16,0	1750	40,3		13,1	1711	101,4
	17,2	1705	40,1		16,0	1775	38,8		15,2	1755	128,2
	16,9	1695	48,0		15,9	1789	37,6		14,0	1880	131,4
	17,4	1693	39,0		16,0	1761	39,0		15,5	1760	140,0
	17,3	1727	41,0		16,9	1792	39,7		14,9	1750	125,0
	20,4	1805	16,2		19,2	1840	12,2		16,6	1860	72,0
	20,1	1798	15,8		18,9	1837	14,0		16,6	1875	78,0
	20,7	1812	16,7		19,5	1843	12,0		17,0	1863	55,0
	20,2	1890	16,1		19,0	1940	12,3		16,2	1842	66,0
	22,4	1750	4,4		20,2	1785	7,0		17,4	1940	53,0
	22,0	1740	4,0		19,3	1778	8,0		17,8	1947	54,0
	22,3	1768	4,8		19,5	1771	7,4		17,0	1892	50,0
	22,9	1742	4,4		21,8	1806	6,7		17,5	1980	54,8
	24,0	1715	2,0		21,8	1735	4,2		19,2	1775	4,4
	24,0	1705	2,0		21,5	1740	4,0		19,5	1790	4,0
	23,8	1710	2,0		22,1	1730	4,4		18,7	1793	5,0
	24,2	1730	1,9		22,0	1687	4,1		19,4	1743	4,3



PROCTOR NORMAL				PROCTOR INTERMEDIARIO				PROCTOR MODIFICADO			
UT %	Um %	$\rho_s$ Kg/m <sup>3</sup>	CBR %	UT %	Um %	$\rho_s$ Kg/m <sup>3</sup>	CBR %	UT %	Um %	$\rho_s$ Kg/m <sup>3</sup>	CBR %
	16,6 17,0	1695 1680	34,8 35,7		15,8 16,0	1765 1790	72,2 75,8		14,4 14,2	1840 1790	151,8 160,8
	16,2	1710	30,6		17,1	1730	68,9		15,0	1890	195,8
	15,1	1682	34,0		15,7	1740	71,9		13,9	1635	142,8
	18,7 19,0	1715 1727	13,8 14,0		18,4 18,4	1830 1830	24,3 25,0		16,8 16,8	1860 1850	88,2 89,2
	17,9	1703	15,0		18,0	1824	22,4		16,2	1865	63,2
	18,4	1698	13,7		18,8	1836	25,5		17,4	1865	87,1
	19,9 19,7	1765 1763	4,2 5,0		21,0 20,7	1740 1735	4,3 4,0		18,2 18,0	1875 1895	60,0 58,2
	20,3	1781	4,0		21,0	1740	5,0		17,9	1735	65,0
	19,7	1751	4,3		21,3	1745	4,5		17,4	1590	56,8
	21,4 21,6	1735 1746	2,2 2,3		22,8 22,6	1710 1693	2,2 2,2		21,6 21,6	1795 1804	10,0 9,9
	21,0	1843	2,2		23,7	1708	2,3		21,5	1786	10,0
	21,2	1724	2,2		23,0	1727	2,2		20,6	1650	10,0
	- -	- -	- -		- -	- -	- -		22,6 23,0	1740 1722	5,0 4,7
	-	-	-		-	-	-		21,8	1635	5,0
	-	-	-		-	-	-		22,2	1758	5,2





PROCTOR NORMAL				PROCTOR INTERMEDIARIO				PROCTOR MODIFICADO			
UT %	Um %	$\rho_s$ Kg/m <sup>3</sup>	CBR %	UT %	Um %	$\rho_s$ Kg/m <sup>3</sup>	CBR %	UT %	Um %	$\rho_s$ Kg/m <sup>3</sup>	CBR %
	15,3 15,1	1513 1500	57,5 60,0		15,0 14,9	1690 1704	100,0 98,8		14,8 14,5	1711 1715	106,0 98,4
	15,5	1517	91,0		15,3	1683	125,7		15,0	1708	140,8
	15,4	1521	55,0		14,9	1683	101,2		14,0	1630	113,5
	16,9 17,1	1615 1630	23,0 24,5		17,0 17,3	1741 1735	44,5 50,5		16,3 16,6	1800 1800	65,8 67,8
	16,8	1805	22,4		16,9	1698	38,6		16,0	1800	100,2
	16,8	1610	22,1		16,9	1790	31,8		15,8	1730	63,8
	19,5 19,7	1710 1698	8,8 9,0		17,5 18,0	1733 1750	29,5 30,1		17,8 18,0	1847 1850	20,0 21,0
	20,2	1770	8,6		17,4	1699	18,4		17,7	1842	12,0
	19,4	1722	8,9		17,1	1750	29,0		19,1	1890	19,1
	20,6 20,1	1683 1680	3,8 3,7		20,0 19,8	1680 1690	6,2 8,1		18,5 18,4	1800 1785	10,0 9,8
	21,0	1691	4,0		20,1	1698	5,9		18,7	1775	10,1
	20,7	1678	3,7		20,2	1681	6,4		18,5	1840	10,0
	22,8 22,5	1624 1620	2,8 3,0		21,0 21,5	1600 1630	4,5 4,4		19,0 19,3	1742 1750	6,2 5,8
	23,5	1629	2,6		20,8	1580	3,1		18,8	1830	6,6
	23,9	1470	2,8		20,8	1588	4,5		20,5	1735	6,2



PROCTOR NORMAL				PROCTOR INTERMEDIARIO				PROCTOR MODIFICADO			
UT %	Um %	$\gamma_s$ Kg/m <sup>3</sup>	CBR %	UT %	Um %	$\gamma_s$ Kg/m <sup>3</sup>	CBR %	UT %	Um %	$\gamma_s$ Kg/m <sup>3</sup>	CBR %
	14,4	1509	71,2		15,4	1686	90,5		13,4	1694	107,8
	14,3	1380	98,0		15,1	1695	94,0		13,7	1704	78,8
	14,4	1528	78,0		15,6	1677	87,0		13,1	1683	115,7
	13,3	1490	64,3		16,0	1805	131,4		11,8	1510	99,8
	16,9	1603	22,5		16,7	1694	41,8		16,0	1773	90,1
	16,7	1630	20,0		17,0	1712	44,0		15,4	1815	54,3
	16,9	1590	44,5		16,4	1675	39,5		16,0	1742	95,4
	17,0	1588	25,0		16,8	1822	27,5		16,1	1764	84,8
	19,0	1717	8,0		18,8	1682	23,8		17,8	1810	18,0
	18,9	1698	8,4		19,0	1702	25,2		17,3	1815	18,4
	19,1	1740	4,0		18,8	1664	22,4		17,8	1805	17,5
	19,0	1712	7,5		18,7	1680	30,8		18,4	1922	10,0
	21,1	1688	3,4		20,7	1673	7,8		19,2	1741	7,2
	20,8	1680	3,8		20,4	1683	7,4		19,0	1733	7,4
	21,4	1530	2,5		21,0	1704	5,0		19,5	1785	7,0
	22,4	1697	3,0		20,8	1633	8,1		20,4	1704	5,0
	22,3	1608	1,9		22,0	1597	4,0		20,3	1674	4,1
	21,9	1610	1,8		22,4	1585	3,8		20,1	1685	1,8
	22,3	1605	2,0		21,7	1600	4,1		20,5	1704	3,8
	22,7	1540	1,9		23,8	1605	2,5		21,3	1604	4,4



JAZIDA: CTPB - SECAGEM AMBIENTE. ✓

PROCTOR NORMAL				PROCTOR INTERMEDIARIO				PROCTOR MODIFICADO			
UT %	Um %	$\rho_s$ Kg/m <sup>3</sup>	CBR %	UT %	Um %	$\rho_s$ Kg/m <sup>3</sup>	CBR %	UT %	Um %	$\rho_s$ Kg/m <sup>3</sup>	CBR %
	10,0	1755	57,6		11,3	1755	71,4		10,0	1775	100,0
	10,2	1760	61,0		11,2	1736	82,0		10,0	1773	144,0
	9,8	1750	54,0		11,5	1774	61,0		11,5	1840	100,5
	9,4	1570	57,8		11,3	1610	71,3		10,1	1778	99,6
	13,1	1842	48,5		12,6	1872	95,4		11,0	1968	189,3
	13,4	1893	44,8		12,8	1845	100,2		11,0	1967	191,0
	12,7	1870	50,0		12,3	1905	90,5		11,0	1969	215,4
	13,2	1907	50,8		12,7	1866	62,4		13,7	1974	187,6
	15,2	1855	11,8		15,3	1944	9,6		13,7	2035	270,0
	15,5	1880	12,0		15,1	1949	10,1		13,1	1905	268,0
	15,1	1896	10,8		15,5	1938	9,8		13,9	2044	197,0
	15,0	1879	11,7		15,3	1945	8,9		14,1	2156	272,0
	16,3	1862	4,5		15,5	1890	6,5		16,0	1900	14,7
	16,4	1865	5,0		15,8	1880	7,1		16,4	1915	15,0
	16,4	1870	4,2		15,2	1900	6,0		16,0	1880	14,2
	16,2	1851	4,4		15,5	1604	6,4		15,6	1905	14,8
	18,2	1827	3,0		17,3	1827	3,0		16,4	1882	4,5
	18,5	1845	1,5		17,1	1820	2,8		16,6	1872	4,0
	18,3	1953	2,9		17,6	1834	3,2		16,1	1892	5,0
	17,8	1809	3,0		17,4	1701	3,1		15,8	1700	4,6





PROCTOR NORMAL				PROCTOR INTERMEDIARIO				PROCTOR MODIFICADO			
UT %	Um %	$\gamma_s$ Kg/m <sup>3</sup>	CBR %	UT %	Um %	$\gamma_s$ Kg/m <sup>3</sup>	CBR %	UT %	Um %	$\gamma_s$ Kg/m <sup>3</sup>	CBR %
	12,0	1630	39,6		11,4	1728	96,5		11,1	1826	180,0
	11,7	1586	41,2		11,8	1670	100,5		10,9	1815	197,0
	12,3	1655	40,0		11,0	1786	89,7		11,3	1838	235,0
	11,7	1605	37,7		10,8	1535	99,4		10,5	1640	164,0
	13,2	1751	36,2		12,3	1882	50,0		18,8	1900	39,8
	13,6	1764	33,3		12,4	1872	47,4		12,1	1960	48,0
	12,8	1737	44,2		12,2	1855	73,5		12,0	1840	39,0
	13,3	1696	39,2		12,4	1919	52,6		11,4	1900	40,0
	14,4	1865	10,5		16,2	1954	6,3		13,5	1992	12,0
	14,5	1880	10,7		16,1	1950	6,2		12,9	2005	13,0
	14,7	1837	10,0		16,4	1958	6,2		13,7	1975	11,0
	14,0	1877	10,8		15,3	1750	6,4		13,4	1997	12,0
	15,0	1906	4,6		18,5	1790	2,5		15,9	1850	7,0
	14,8	1900	4,6		18,6	1801	2,4		16,0	1878	8,0
	15,1	1912	5,0		18,1	1845	2,5		15,4	1825	7,0
	16,0	2030	4,3		18,8	1725	2,5		16,3	1847	7,0
	17,1	1805	2,8		18,4	1765	2,5		17,3	1724	-
	16,8	1798	3,0		18,1	1758	2,2		17,0	1750	-
	17,4	1813	2,5		18,7	1773	2,8		17,5	1698	-
	18,1	1644	3,0		17,9	1630	2,6		16,5	1680	-



JAZIDA: TEPB - SECAGEM AMBIENTE.



PROCTOR NORMAL				PROCTOR INTERMEDIARIO				PROCTOR MODIFICADO			
UT %	Um %	$\rho_s$ Kg/m <sup>3</sup>	CBR %	UT %	Um %	$\rho_s$ Kg/m <sup>3</sup>	CBR %	UT %	Um %	$\rho_s$ Kg/m <sup>3</sup>	CBR %
	13,8	1355	16,5		13,6	1450	21,0		13,2	1570	103,5
	13,3	1345	14,0		13,5	1448	2,5		13,5	1567	98,7
	14,0	1372	17,0		14,1	1456	20,6		13,1	1552	105,2
	14,2	1350	16,1		13,7	1445	27,0		13,1	1590	47,0
	16,4	1460	27,0		16,2	1575	36,0		15,2	1640	110,0
	16,5	1447	26,5		16,4	1580	37,0		15,7	1658	114,0
	16,2	1453	27,2		16,1	1572	34,8		15,0	1612	105,0
	16,5	1479	27,4		16,2	1572	36,3		15,0	1650	111,0
	20,6	1600	22,5		20,0	1680	51,0		18,2	1680	90,0
	20,3	1612	21,8		19,9	1675	49,2		17,7	1663	86,5
	21,0	1585	23,0		19,8	1688	51,4		18,5	1702	53,2
	20,6	1604	22,7		20,2	1676	52,5		18,3	1675	93,4
	23,4	1580	6,0		22,8	1640	39,0		19,8	1725	39,0
	23,3	1582	6,1		22,9	1631	36,4		18,7	1738	36,2
	23,2	1591	5,8		23,0	1622	41,6		20,1	1737	41,8
	23,7	1567	6,1		22,6	1667	55,3		19,5	1700	45,0
	25,4	1540	2,0		25,0	1570	2,0		21,4	1695	21,4
	25,4	1542	2,4		25,0	1560	1,8		20,9	1686	20,8
	25,0	1535	2,0		24,8	1571	2,1		21,2	1690	19,7
	25,7	1544	1,7		25,3	1580	2,2		21,7	1710	23,6





PROCTOR NORMAL		PROCTOR INTERMEDIARIO				PROCTOR MODIFICADO					
UT %	Um %	$\rho_s$ Kg/m <sup>3</sup>	CBR %	UT %	Um %	$\rho_s$ Kg/m <sup>3</sup>	CBR %	UT %	Um %	$\rho_s$ Kg/m <sup>3</sup>	CBR %
	13,0	1340	20,0		13,5	1470	35,0		11,8	1490	36,0
	12,9	1322	19,2		13,5	1440	33,0		11,3	1480	35,2
	12,8	1348	20,7		13,4	1456	38,0		11,9	1495	36,7
	13,2	1350	7,5		15,0	1513	14,2		12,1	1496	20,2
	14,8	1355	24,0		15,6	1580	65,0		15,0	1645	58,0
	14,5	1344	23,8		16,5	1475	80,0		13,7	1657	84,0
	15,1	1365	25,0		15,8	1510	71,0		15,3	1673	55,0
	14,9	1355	23,2		15,5	1650	60,0		14,8	1605	60,8
	17,2	1496	23,0		18,1	1670	48,0		17,6	1750	83,0
	17,5	1500	23,8		18,2	1620	44,8		17,7	1725	89,0
	17,3	1492	23,0		16,8	1720	50,1		17,4	1775	77,2
	16,8	1495	22,3		18,2	1622	49,0		17,6	1750	51,8
	20,0	1605	15,0		19,0	1650	19,0		19,2	1730	54,0
	20,3	1624	17,1		19,3	1648	20,1		19,3	1750	55,0
	20,2	1587	14,9		18,8	1653	18,8		21,0	1610	58,0
	19,5	1430	15,0		20,5	1754	18,2		19,0	1712	49,1
	21,2	1500	10,0		19,6	1620	7,0		22,0	1650	19,0
	21,3	1424	11,2		18,5	1560	6,8		21,8	1648	18,0
	21,0	1575	10,2		19,8	1670	7,1		21,1	1717	18,0
	24,2	1400	9,9		19,5	1572	7,1		22,2	1652	22,4



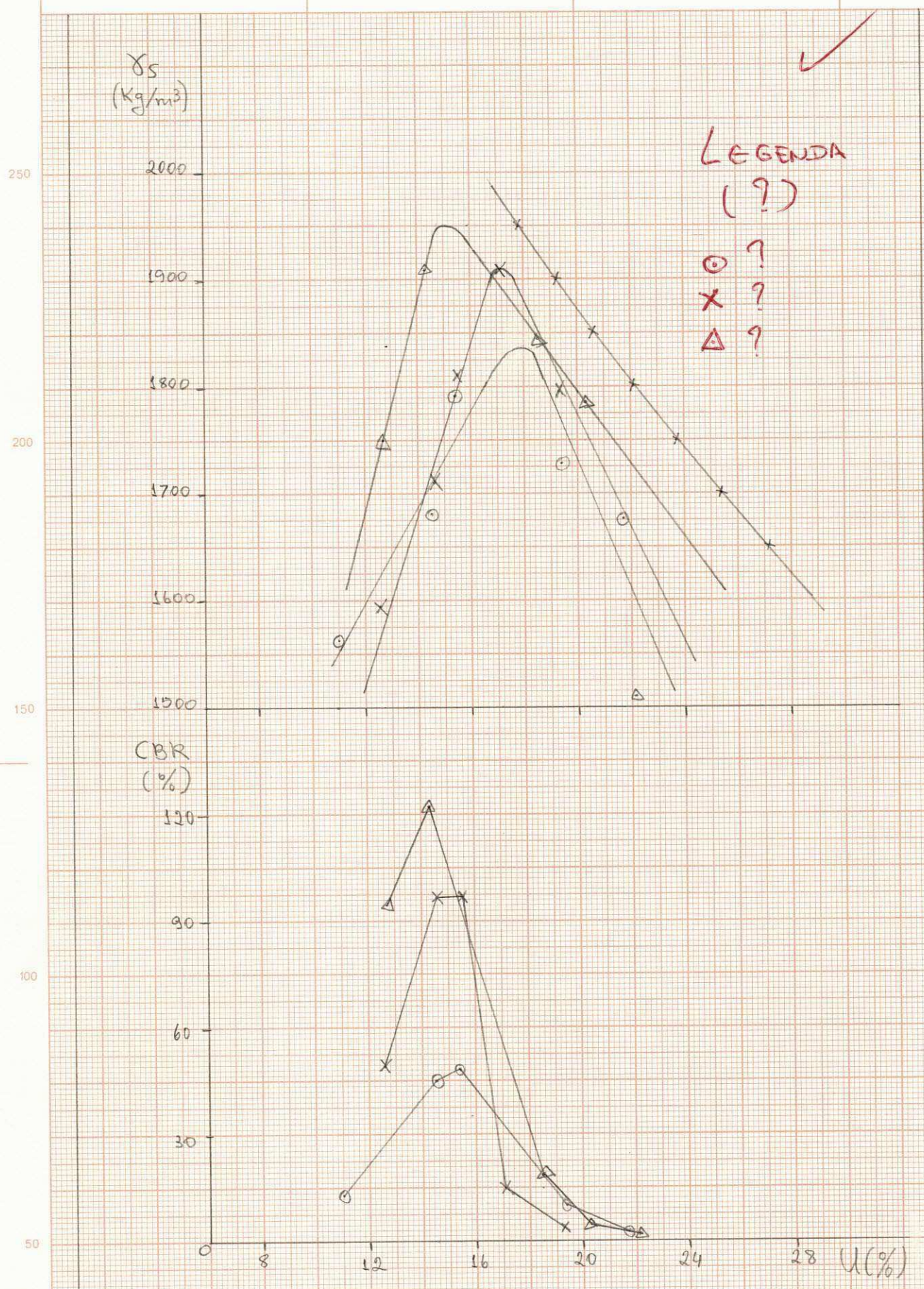


FIG. 01 : - ?





LEGENDA

△  
x  
○

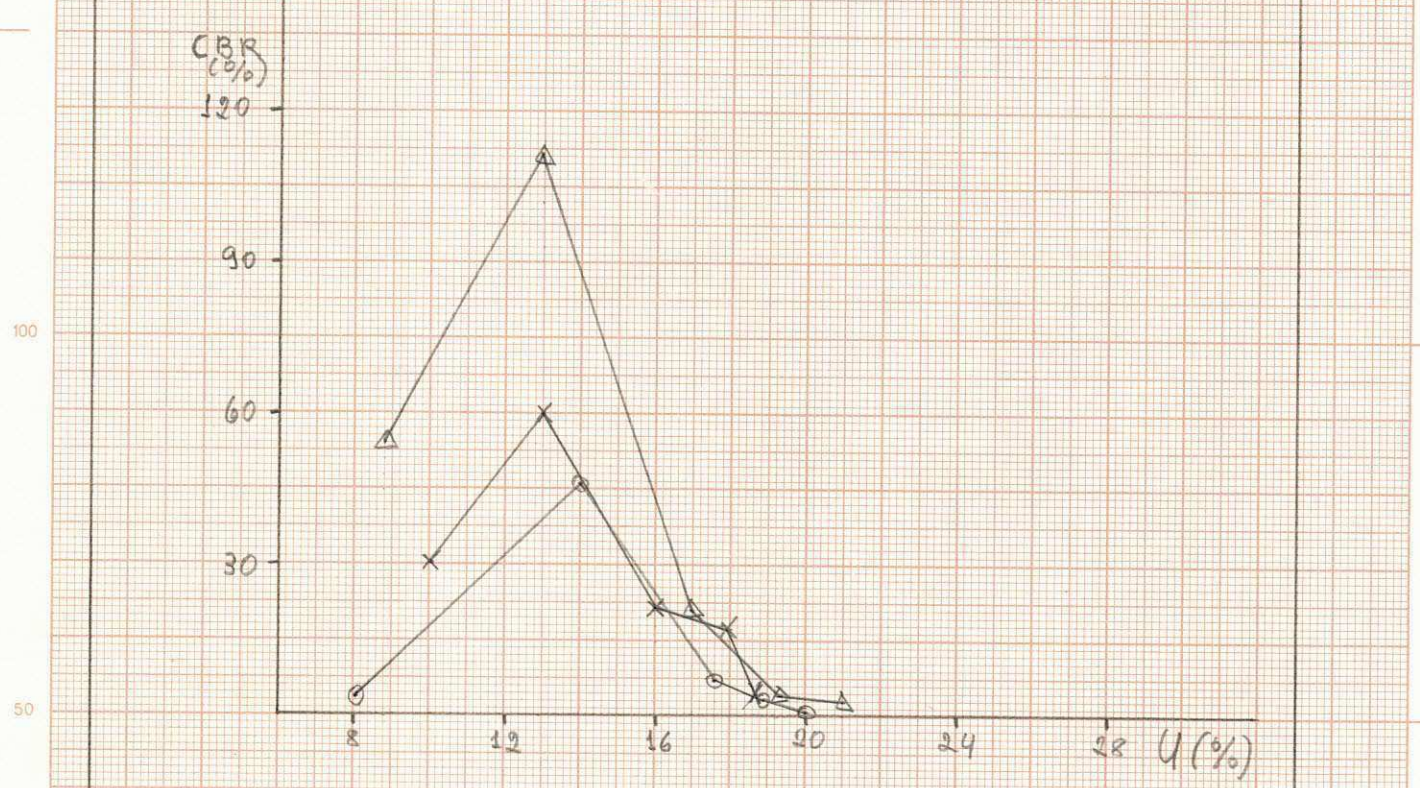
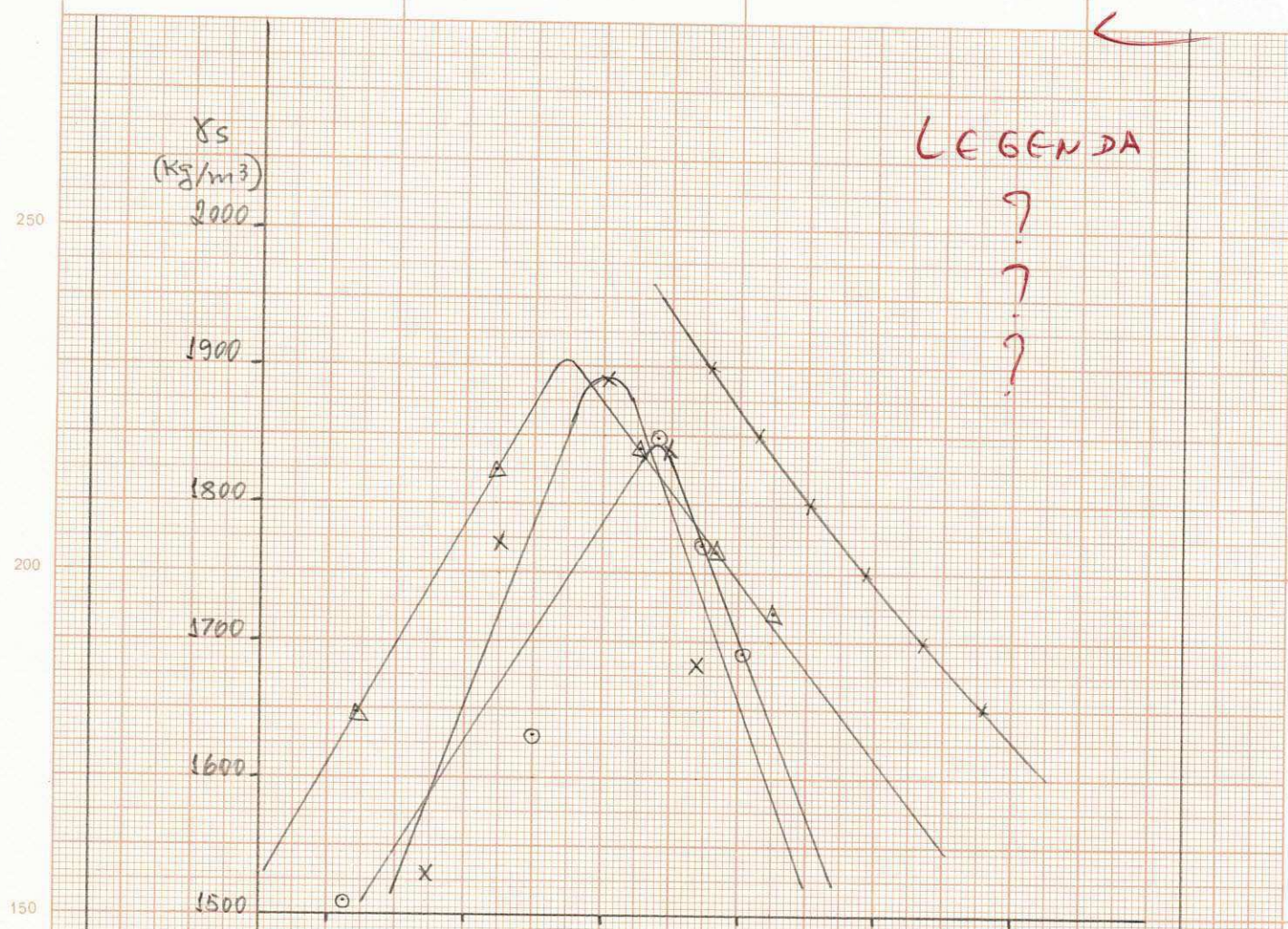
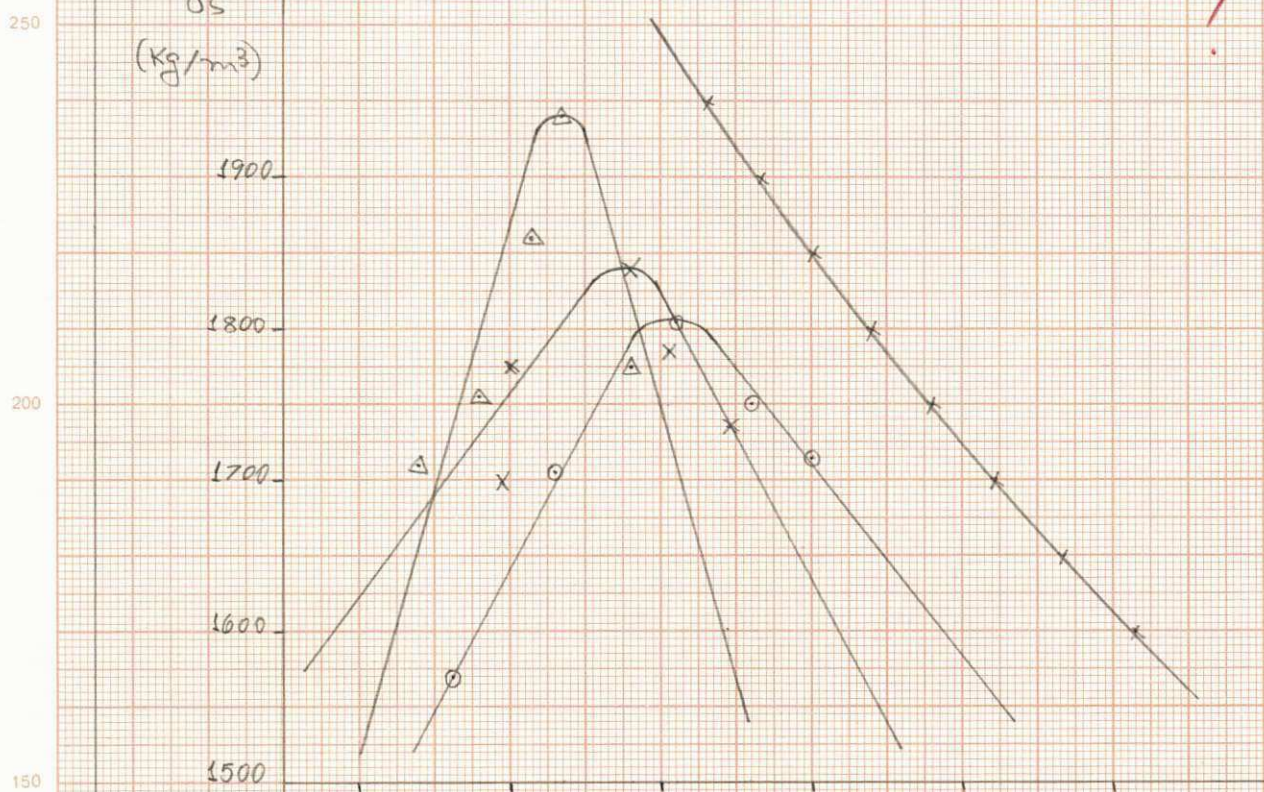


fig. 02?



$\gamma_s$   
(kg/m<sup>3</sup>)

LEGENDA 9



CBR  
(%)

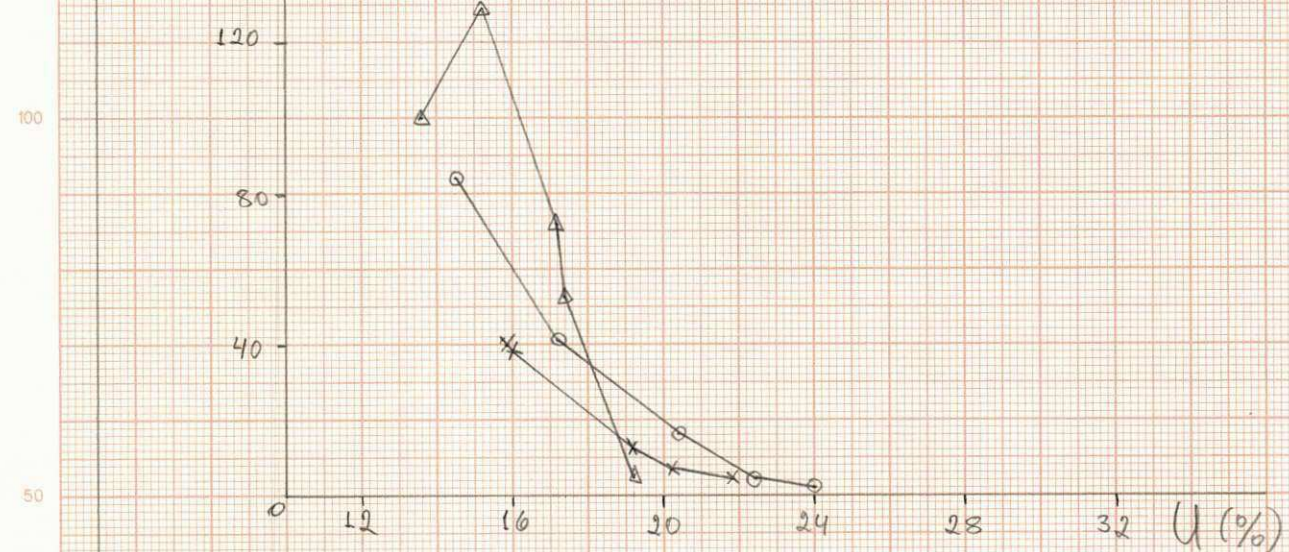


Fig. 03 : \_\_\_\_\_ 9



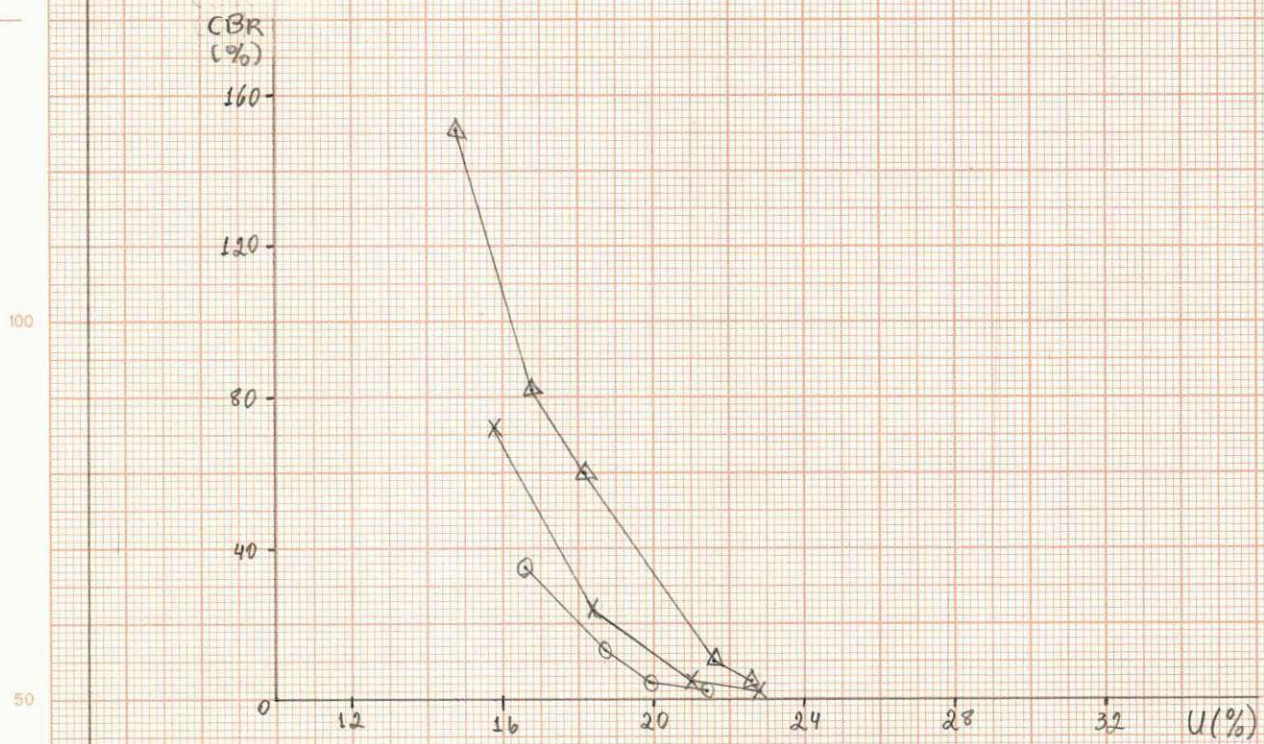
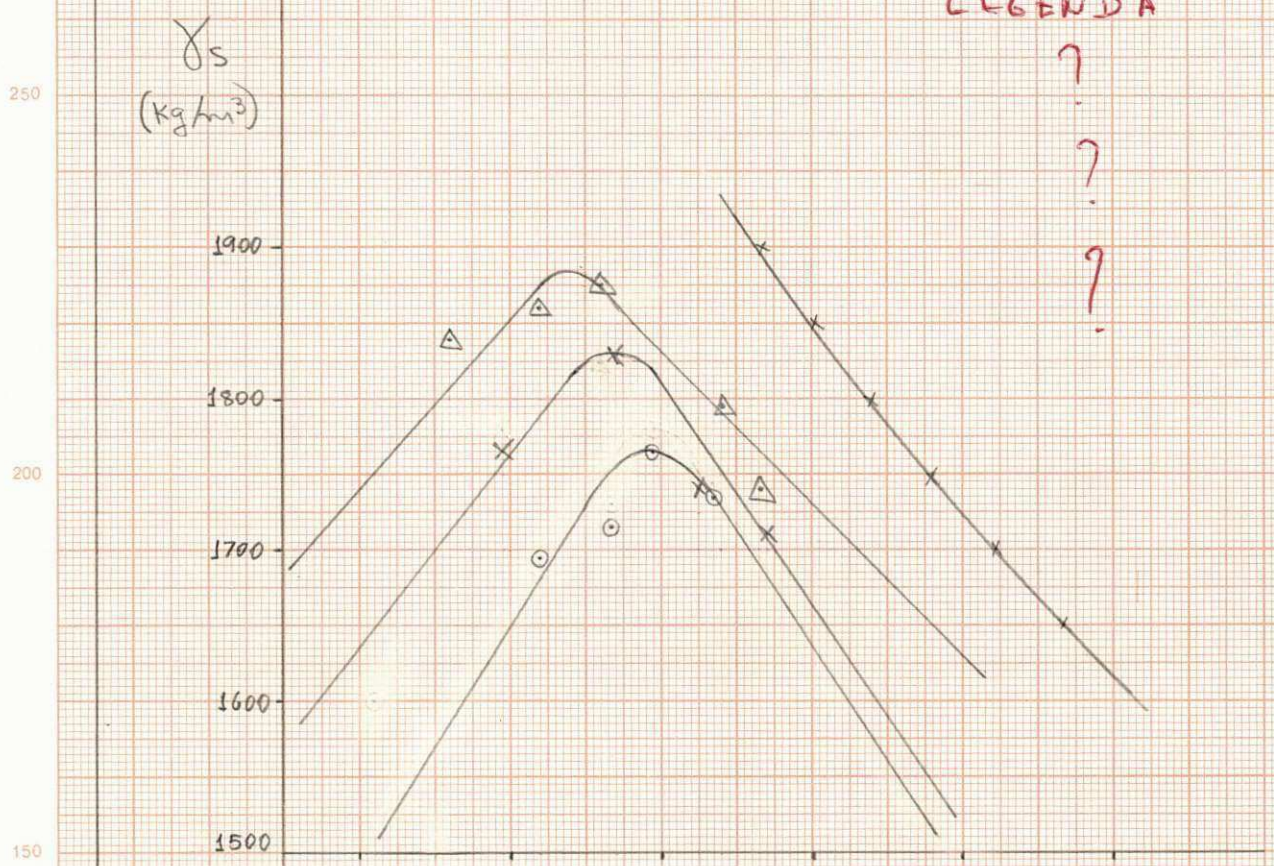


FIG. 04: — ?



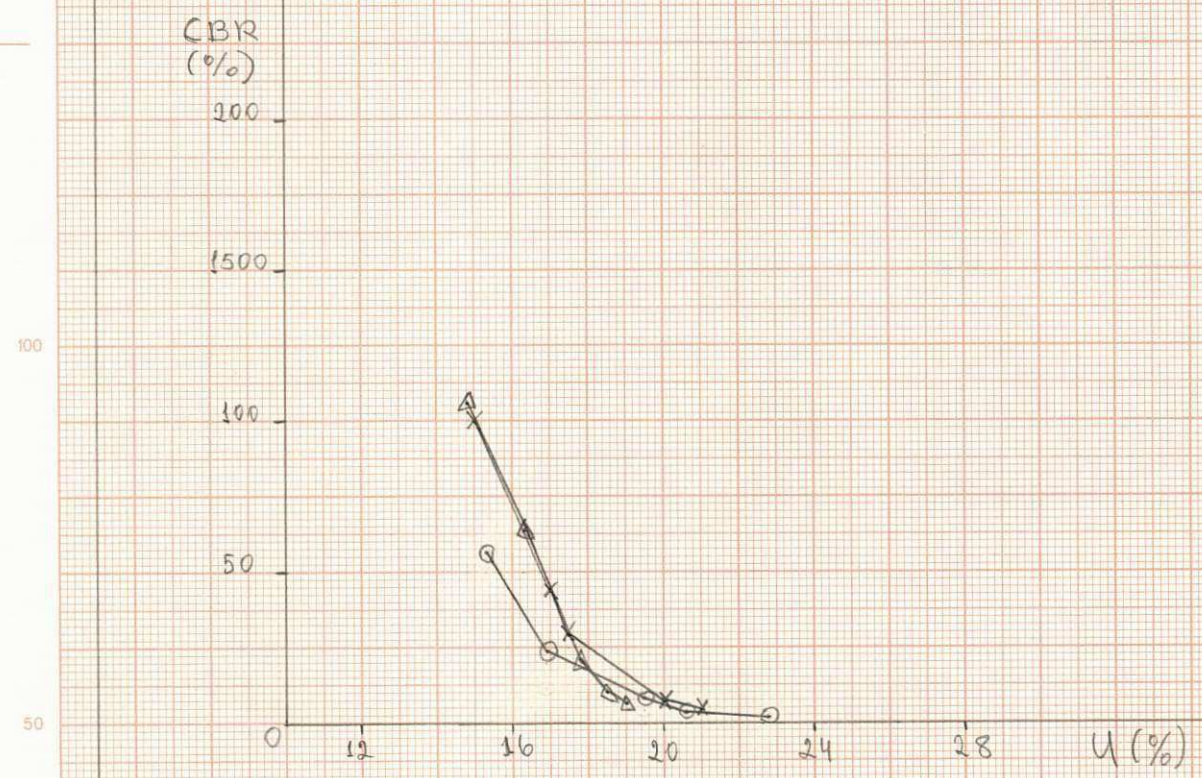
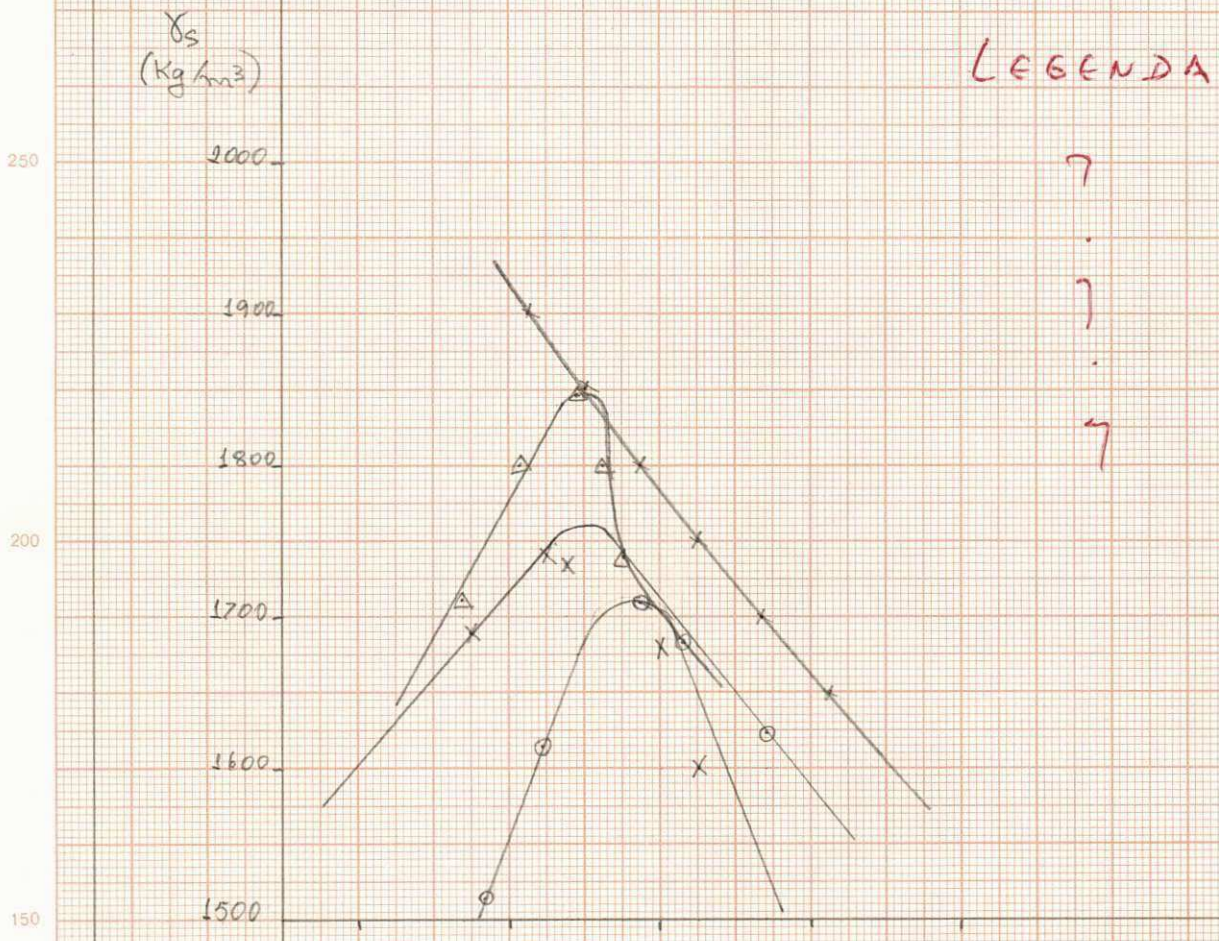


Fig. 01: — 7.





LEGENDA

?  
?  
?  
?

250

$\gamma_s$   
(kg/m<sup>3</sup>)

1900

1800

200

1700

1600

150

1500

CBR  
(%)

200

150

100

100

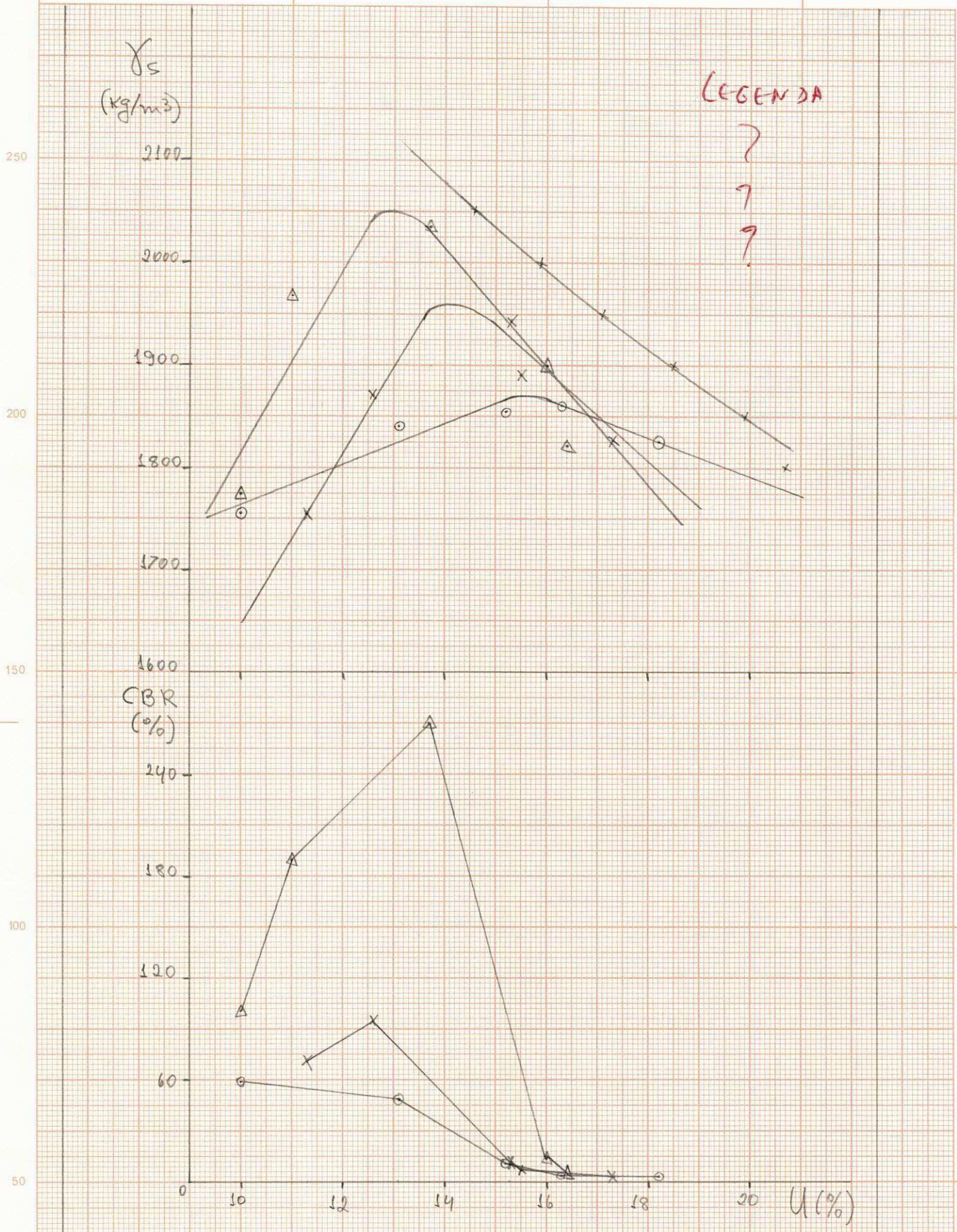
50

50

0 12 16 20 24 28  $w$  (%)

FIG-06: ~ ~ ?

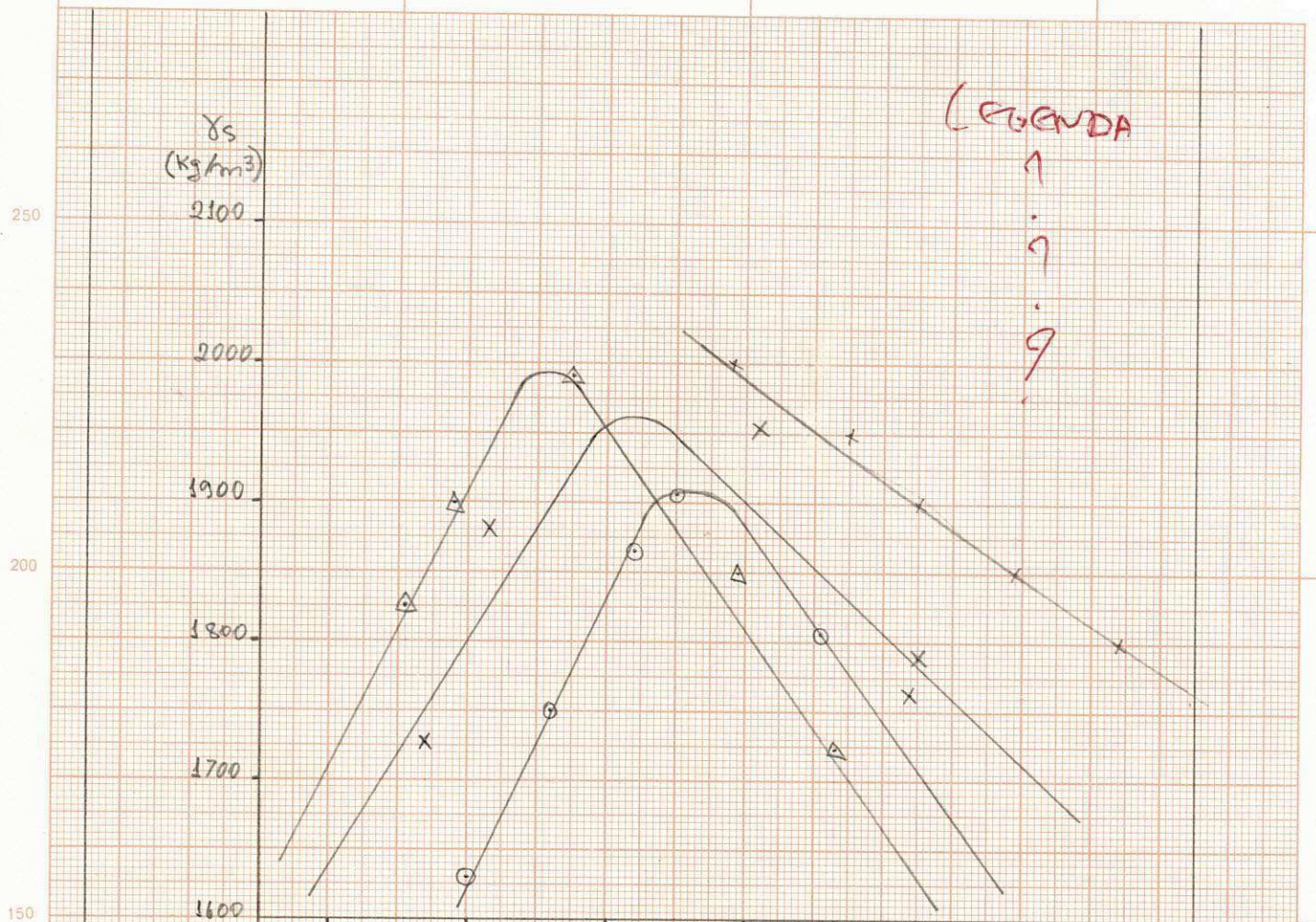




LEGENDA  
?  
?  
?

FIG. 07: ~ ?





LEGENDA  
 1  
 2  
 3

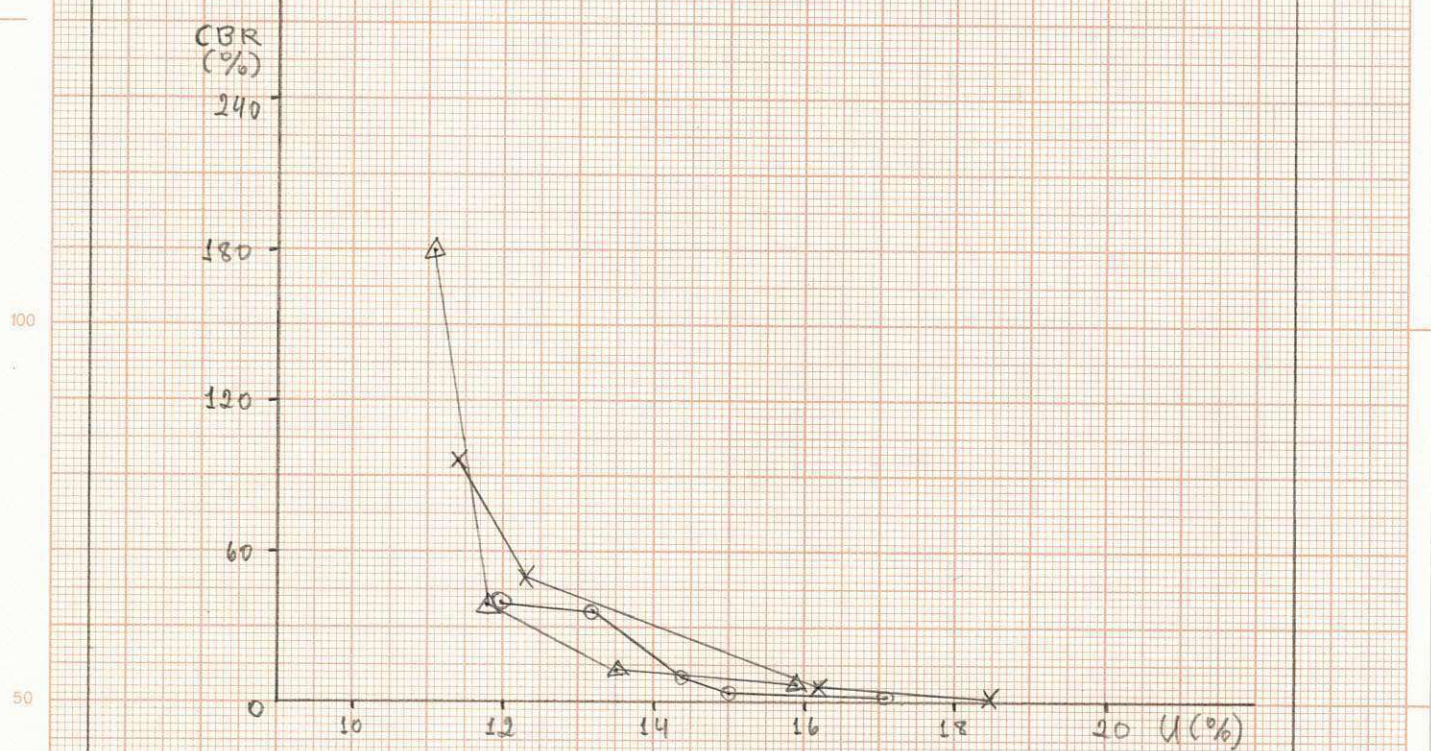


FIG. 08: — ?



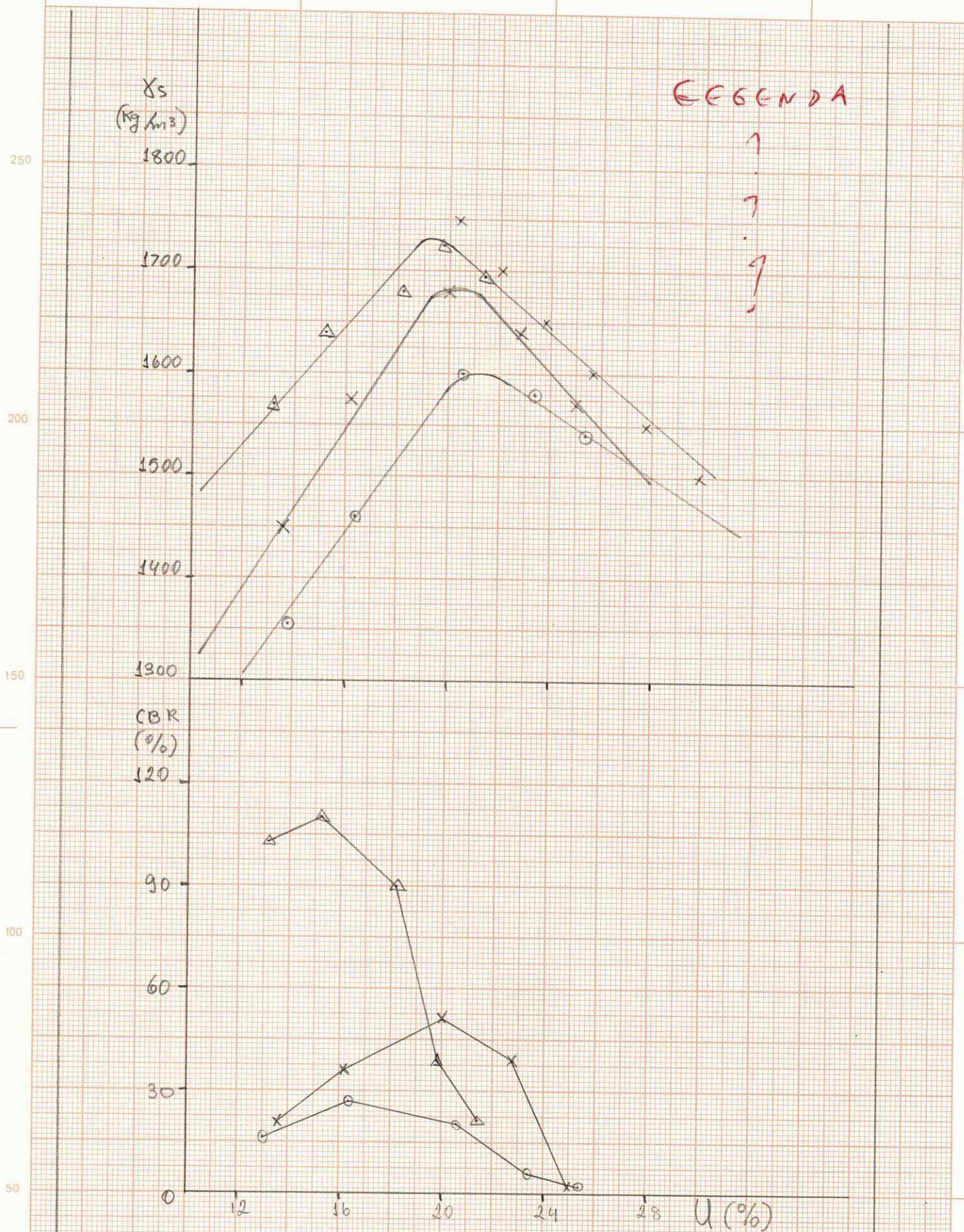


Fig. 09 ~ ?



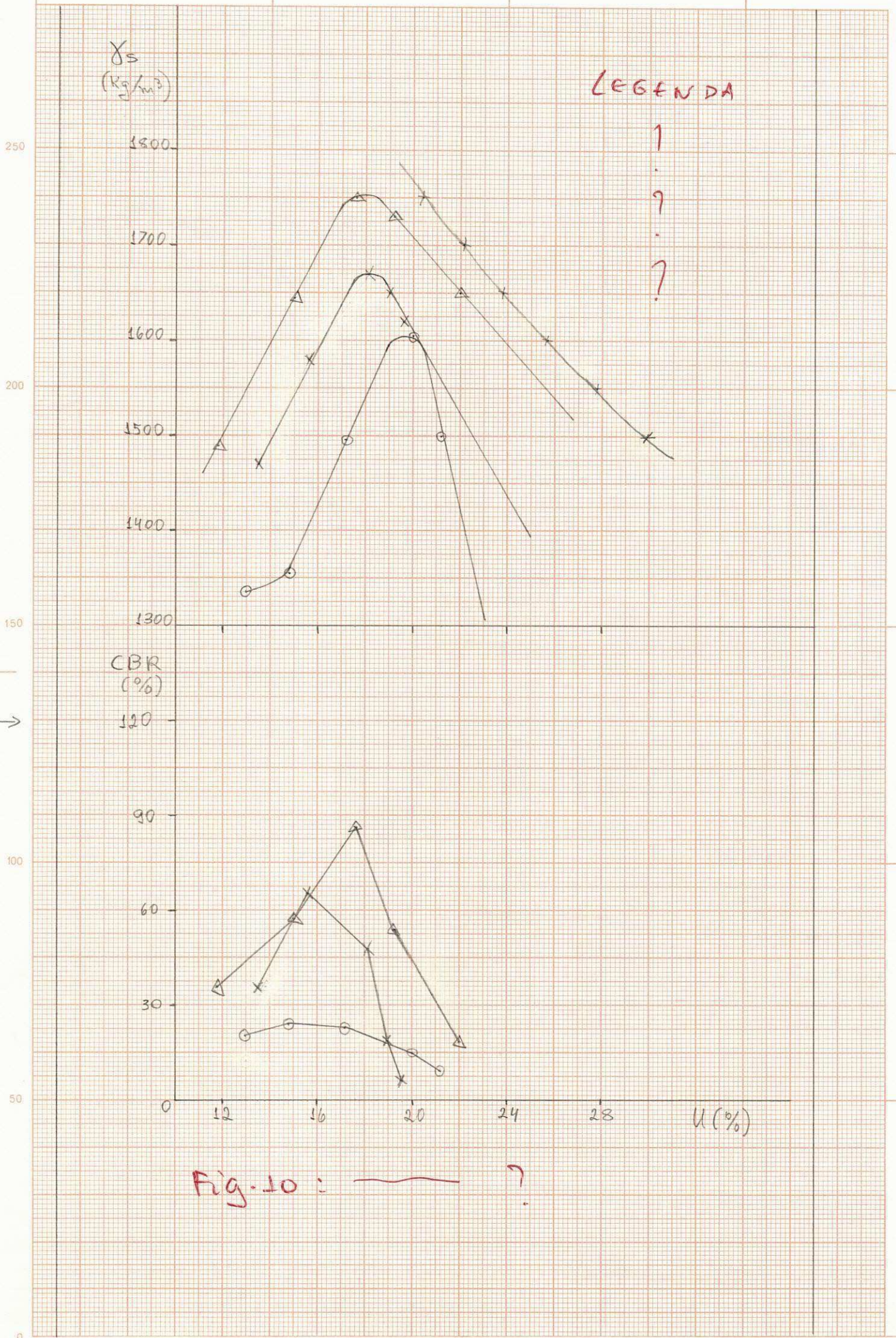


Fig. 10 : ~~~~~ ?



✓

---

## COMENTÁRIOS

### 1. SOLO JOÃO PESSOA

#### 1.1. Efeito da Energia Mecânica

Este solo ensaiado com as energias de proctor normal, intermediário e modificado, apresentou resultados contrastantes, visto que, a medida que aumentava-se a energia de compactação os valores de  $\gamma_s$ , U e CBR variavam para mais e/ou para menos não fornecendo resultados compatíveis com o esperado, ou seja, aumento de CBR, aumento de  $\gamma_s$  e diminuição de U.

#### 1.2. Efeito da Energia Térmica

O efeito da energia térmica também não apresentou resultados satisfatórios, ou seja, que se aproximassem da realidade, desde que, seus valores não têm uma sequência lógica. Teoricamente, o que se deveria esperar era que o aumento de energia térmica (ambiente  $\rightarrow 60^\circ\text{C}$ ) provocasse um aumento de CBR, o que não aconteceu.

#### OBSERVAÇÃO:

Para os demais solos ensaiados, quais sejam: Areia, Sapé, Cuité e Teixeira, a Energia Mecânica e a Energia Térmica provocaram o mesmo tipo de resultados apresentados para o solo João Pessoa.



## CONCLUSÕES

1. - Com os resultados obtidos neste ensaio de Índice de Suporte California (CBR), não é possível verificar se a secagem, em estufa, a 60° C tem influência no valor do CBR visto que, em cada solo estudado o valor do CBR aumentava e/ou diminuía aleatoriamente.

2. - Pode-se concluir também, em face dos resultados obtidos, que o Método do DNER utilizado nestes ensaios, não seja satisfatório para este tipo de solo, fazendo-se necessário, talvez, algumas modificações. Como sugestão inicial poder-se-ia fazer uma saturação prévia das concreções, como por exemplo colocar a mistura solo-água em um recipiente e deixa-lo curar por 24 horas antes da compactação, visto que, apenas o tempo de homogeneização não é suficiente para umedecer todo o solo a ser ensaiado (amostra).

BIBLIOGRAFIA

01. -DNER - DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGENS,  
MÉTODOS E INSTRUÇÕES DE ENSAIOS.

02. -SOLOS LATERÍTICOS E SUA UTILIZAÇÃO NA ENGENHARIA RODO  
VIÁRIA (Relatório de Execução).

CONVENIO: IPR/DNER/UFPB - Março 80-Agosto 80.