



## CONSORZIO PUBBLICO PER LO SVILUPPO INDUSTRIALE DI OLBIA

SETTORE PROGETTAZIONE E DIREZIONE DEI LAVORI

REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

Zona Industriale L. 44, Cala Sotzuca - 07026 OLBIA (tel. 0789/597125 - fax 0789/597126 - E-Mail dir\_lavori@iscollinet.it)

ASSESSORATO EE. LL. FINANZE ED URBANISTICA

ALLEGATO ALLA DETERMINAZIONE

DEL DIRETTORE GENERALE

N. *22/PS* DEL 18 MAR. 2004

Cagliari, li

IL FUNZIONARIO

# PIANO REGOLATORE INDUSTRIALE DI COORDINAMENTO TERRITORIALE

PIANO PARTICOLAREGGIATO  
AGGLOMERATO INDUSTRIALE DI  
BUDDUSO' - ALA' DEI SARDI

DELIBERA DI ADOZIONE DELL'ASSEMBLEA GENERALE n. 5 del 31/07/2002

ELABORATO - **C** RELAZIONE IDROGEOLOGICA

GRUPPO DI LAVORO:

*Ing. Antonio F. Catgiu*

*Ing. Giovanni Maurelli*

*Ing. Marcello Sechi*

*Geom. Bastianino Mariano*

*Geom. Oscar Cannas*

*Geom. Fabrizio Palitta*

*Geom. Marco Sanna*

*Ing. Giovanni Mura*

*Geol. Maurizio Calderaro*

Progettista incaricato

Collaboratore

Collaboratore

Collaboratore

Collaboratore

Collaboratore

Collaboratore

Consulenza generale

Consulenza geologica

IL PRESIDENTE

*Francesco Sanciu*

IL DIRETTORE GENERALE

*Dott. Aldo Carta*

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

*Ing. Antonio F. Catgiu*

Luglio 2002

## INDICE

1 – PREMESSA.....	2
2) STUDIO IDROLOGICO .....	2
2.1) DIMENSIONAMENTO.....	2
2.2) CARATTERISTICHE DEL BACINO IMBRIFERO.....	3
2.3) PORTATE DI MASSIMA PIENA.....	3
2.4) LEGGE CLIMATICA C.CAO - G. PAZZAGLIA - P. PUDDU.....	4
2.4) CALCOLO DEL TEMPO DI CORRIVAZIONE.....	7
2.5) COEFFICIENTE DI DEFLUSSO.....	8
2.6) PORTATE DI PIENA.....	9
2.7) DIMENSIONAMENTO CANALE TRAPEZIOIDALE.....	10
2.8) VERIFICA SEZIONE IDRAULICA PONTE SS 389.....	12

## **1 – PREMESSA**

La presente relazione è volta alla definizione degli interventi di sistemazione idraulica da eseguirsi sul corso d'acqua denominato "Rio Mannu" in prossimità del nuovo agglomerato industriale da realizzarsi in località Bidolzu – Buddusò (SS).

Il bacino imbrifero sotteso dal suddetto agglomerato risulta essere pari a 85,56 kmq.

Gli usi del suolo prevalenti, da come risulta da uno studio del Piano Urbanistico del Comune di Buddusò, risultano essere a pascolo e seminativi mentre nelle aree morfologicamente e strutturalmente più difficili dominano gli utilizzi silvicoli.

Tutto ciò, come si vedrà in seguito, risulterà particolarmente utile per la determinazione del coefficiente di deflusso del corso d'acqua in parola.

## **2) STUDIO IDROLOGICO**

### **2.1) DIMENSIONAMENTO**

Si è provveduto al dimensionamento dell'alveo fluviale del "Rio Mannu" in relazione ad un evento meteorico con tempo di ritorno pari a 100 anni.

L'evento meteorico si è espresso per mezzo di una relazione funzionale tra portata al colmo specifiche e superficie, valida per ogni sezione della rete in argomento ed in corrispondenza a diversi valori della frequenza probabile.

Nell'elaborato grafico di progetto viene riportato il bacino imbrifero del corso d'acqua in questione.

## **2.2) CARATTERISTICHE DEL BACINO IMBRIFERO.**

La rete idrografica della regione, prevalentemente, i caratteri di un reticolo molto assestato.

Si rileva che il carattere ideologico è costituito dalla portata variabile ed addirittura dalla povertà d'acqua in determinati periodi dell'anno, con regime, quindi, molto irregolare.

Quindi più che un fiume si tratta di un torrente che scorre impetuoso nelle stagioni piovose e risulta essere quasi asciutto nel periodo estivo ed autunnale.

L'area centrale della piana del Rio Mannu di Buddusò l'alveo si presenta divagante e con ampie isole fluviali che indicano passati episodi di esondazione.

Il bacino imbrifero presenta una forma abbastanza regolare ed a ventaglio sottendendo una superficie di circa 85,56 Km<sup>2</sup>.

La pendenza dei versanti (pendenze elevate intorno al 30 % solo in alcune zone) è piuttosto dolce.

## **2.3) PORTATE DI MASSIMA PIENA.**

⊗

Per la determinazione delle portate di piena, in mancanza di una serie di misure sperimentali di portate si è fatto ricorso al procedimento indiretto.

In base a tale procedimento, si è preliminarmente effettuata l'analisi delle frequenze sui dati di precipitazione di massima intensità, ricavando in dipendenza le curve di probabilità pluviometriche di assegnato tempo di ritorno.

Da cui, previa stima del coefficiente di deflusso e del tempo di corrivazione si è ricavata per la frequenza probabile assegnata la portata al colmo di piena, utilizzando la cosiddetta "formula razionale" valida per piccoli bacini (superficie inferiore ai 40 km<sup>2</sup>).

#### **2.4) LEGGE CLIMATICA C.CAO - G. PAZZAGLIA - P. PUDDU.**

Per lo studio delle curve di possibilità pluviometriche ci si è valse di uno studio regionale individuato da C. CAO - G. PAZZAGLIA - P. PUDDU.

Tale studio ha permesso di individuare nell'ambito della regione Sardegna quattro zone caratterizzate ognuna da una particolare legge climatica.

Tali zone vengono riportate in fig. 1.

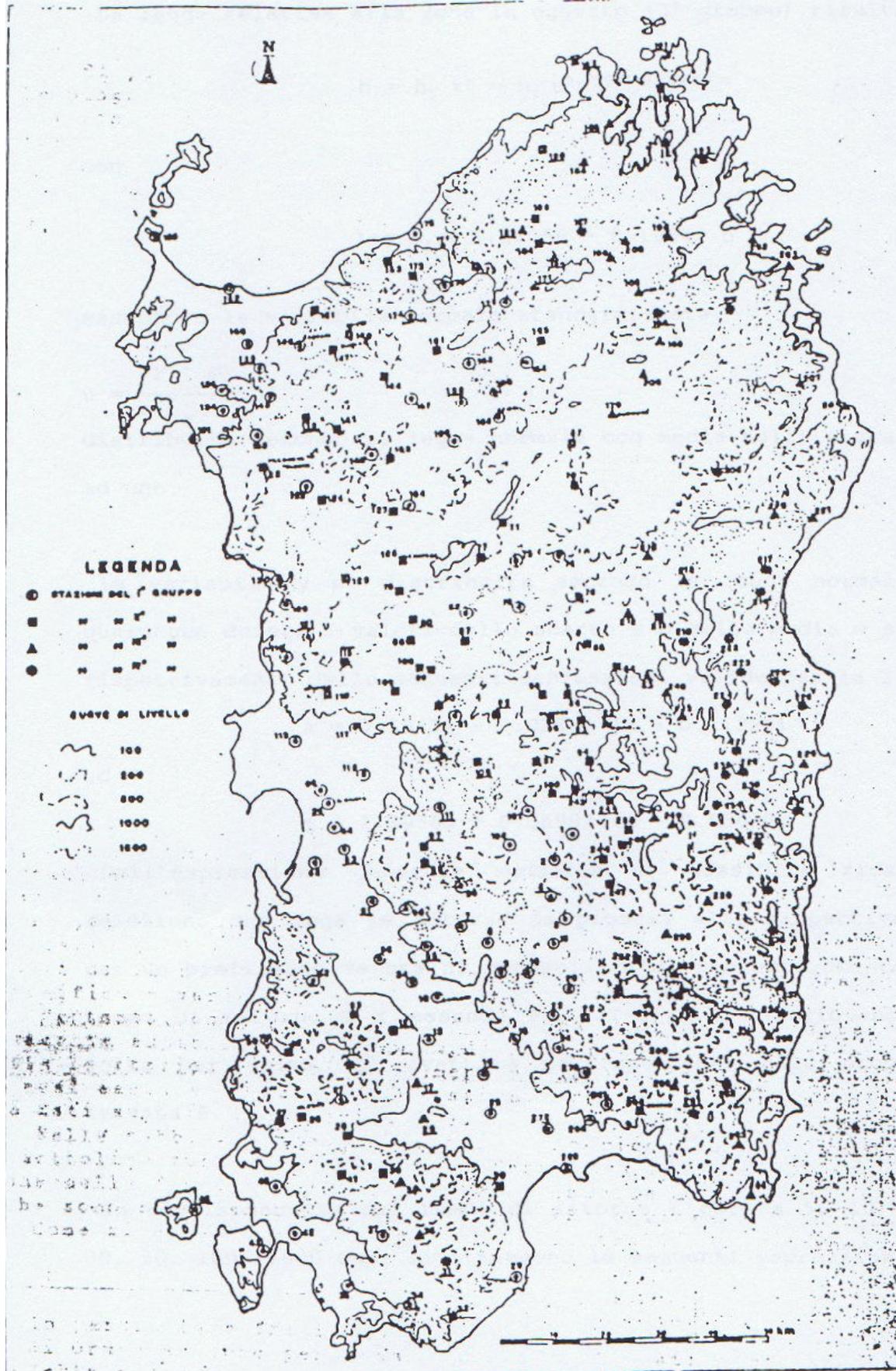


FIG. 1

La zona dell'ampliamento della discarica in esame è appartenente al 3° gruppo (v. fig. 1).

La legge relativa alla zona in oggetto (3° gruppo) risulta:

$$h = h_1 t^n = h_1 \tau^{0.35997 + 0.02868 u}$$

con

$$\log h_1 = 1.38058 + 0.18845 u$$

essendo  $u$  la variabile normale standardizzata

$$u = \frac{y - m}{s}$$

distribuita secondo la legge normale con media nulla e scarto pari ad uno.

La variabile  $y$  è distribuita secondo la legge normale e per qualunque durata i valori dello scarto  $s$  e della media  $m$  sono dati rispettivamente dalle seguenti espressioni valide per la 3° zona:

$$s = 0.19454 - 0.02868 (x - 0.21226)$$

ed

$$m = 1.39365 + 0.35997 (x - 0.03630)$$

Dall'espressione generale suddetta è possibile ricavare la relazione che lega le altezze di pioggia alle rispettive durate per un prefissato valore di probabilità di non superamento  $P$  o di tempo di ritorno  $T$  ( essendo  $P = (T-1)/T$  ), attribuendo ad  $u$ , volta per volta, il frattile corrispondente alla probabilità cercata  $P$ .

In corrispondenza dei tempi di ritorno  $T$  pari a 5, 10, 15, 20, 30, 50, 100, 1000 anni si ottengono le seguenti espressioni:

Gruppo:	<b>3</b>		
a =	0,35997		
b =	0,02868		
c =	1,38058		
d =	0,18845		
T	P	u	h1
5	.4/5	0,8410	34,60
10	.9/10	1,2816	41,89
15	.14/15	1,4985	46,02
20	.19/20	1,6449	49,04
30	.29/30	1,8250	53,03
50	.49/50	2,0537	58,56
100	.99/100	2,3263	65,91
1000	.999/1000	3,0902	91,82

## 2.4) CALCOLO DEL TEMPO DI CORRIVAZIONE.

Il tempo di corrivazione del bacino in parola a valle del polo industriale da realizzarsi è stato ricavato con la ben nota formula del Giandotti.

Si intende come tempo di corrivazione  $t_c$  rispetto ad una determinata sezione di un corso d'acqua il tempo necessario perché una particella d'acqua, caduta nel punto idraulicamente più lontano del bacino, possa far sentire il suo effetto nella sezione stessa.

In Italia è frequentemente utilizzata la formula del Giandotti:

$$t_c = \frac{4 \sqrt{A} + 1,5 L}{0,8 \sqrt{h_{mr}}}$$

dove:

$t_c$  = tempo di corrivazione espresso in ore;

A = superficie del bacino imbrifero espresso in kmq;

L = lunghezza dell'asta principale del corso d'acqua in km;

$h_{mr}$  = altezza media del bacino rispetto alla sezione di chiusura;

da cui tenendo conto che:

$$A = 85,56 \text{ kmq};$$

$$L = 15,31 \text{ km};$$

$$h_{mr} = \text{altezza media bacino imbrifero} - \text{altezza sezione di chiusura} = 760 \text{ m} - 610 \text{ m} = 150 \text{ m slm};$$

$$t_c = \frac{4 \sqrt{85,56 + 1,5 * 15,31}}{0,8 \sqrt{150}} = 6,12 \text{ ore}$$

## 2.5) COEFFICIENTE DI DEFLUSSO.

Si è operato tenendo in conto della natura dei terreni degli usi antropici e del tipo di copertura vegetale.

Come già indicato nelle premesse gli usi del suolo prevalenti, da come risulta da uno studio del Piano Urbanistico del Comune di Buddusò, risultano essere a pascolo e seminativi mentre nelle aree morfologicamente e strutturalmente più difficili dominano gli utilizzi silvicoli.

Si è quindi utilizzata la seguente formula per il calcolo del coefficiente di deflusso del corso d'acqua in parola:

$$C = \frac{\sum C_i A_i}{A}$$

dove:

$C_i$  = coefficiente dimensionale di deflusso riferito all'area  $A_i$ ;

$A_i$  = superficie del bacino riferito al coefficiente di deflusso  $C_i$ ;

$A$  = superficie del bacino imbrifero espresso in kmq;

da cui avremo:

### Calcolo del coefficiente di deflusso

	%	A Superficie in kmq	B Coefficiente deflusso	A * B
seminativo	5,20	4,45	0,40	1,78
seminativo arborato	4,00	3,42	0,35	1,20
colture specializzate	1,00	0,86	0,35	0,30
pascolo	2,90	2,48	0,35	0,87
pascolo arborato	9,55	8,17	0,30	2,45
rimboschimenti recenti	9,52	8,15	0,30	2,44
bosco fitto > 50%	7,70	6,59	0,25	1,65
bosco rado < 50%	2,30	1,97	0,35	0,69
cespugli e macchie	6,50	5,56	0,35	1,95
bosco - macchia	10,00	8,56	0,30	2,57
macchia - roccia affiorante	22,00	18,82	0,35	6,59
pascolo arborato - roccia affiorante	0,50	0,43	0,45	0,19
pascolo - pascolo arborato - roccia affiorante	7,40	6,33	0,50	3,17
bosco macchia - roccia affiorante	10,83	9,27	0,35	3,24
aree urbanizzate	0,60	0,51	1,00	0,51
	100,00	85,56		29,59
Coefficiente di deflusso rapporto tra somma di A * B e area totale		0,35		

## 2.6) PORTATE DI PIENA.

Per il calcolo della portata di piena ci si avvale della nota formula razionale espressa di seguito:

$$Q = \frac{hc, T \ C \ S}{3,60 \ t_c}$$

dove:

Q è la portata al colmo di piena di assegnato tempo di ritorno T;

C è il coefficiente di deflusso di piena;

t<sub>c</sub> è il tempo di corrivazione espresso in ore;

hc, T è l'altezza della pioggia critica, ossia della pioggia di durata a t<sub>c</sub> e tempo di ritorno pari a T espressa in mm;

S è l'area del bacino imbrifero espressa in kmq.

I risultati sono riportati in tabella 1 avendo considerato un tempo di ritorno pari 100 anni:

TABELLA N. 1

Gruppo: 3								
			a =	0,35997				
			b =	0,02868				
			c =	1,38058				
			d =	0,18845				
PORTATA DI MASSIMA PIENA								
Area	Pendenza media	Tempo di corrivaz,	Tempo di ritorno	Frattile	Altezza di pioggia		Coeffic. deflusso	Portata di piena
A	j	Tc	Tr	u	H1	Hc		Qp
kmq		ore	anni		mm	mm	C	mc/s
85,5600	2,00%	6,12	100,00	2,33	66,02	143,04	0,35	194,42

## 2.7) DIMENSIONAMENTO CANALE TRAPEZIOIDALE.

Relativamente alla verifica idraulica della sistemazione idraulica del Rio Mannu presso il realizzando agglomerato industriale di Buddusò.

Per la verifica idraulica del canale si è considerata la formula di Manning, valida per canali a pelo libero trapezoidali, con:

$$Q = \chi \sigma \sqrt{i} R$$

dove

$$\chi = 1/n (R)^{1/6}$$

n = è un valore adimensionale sperimentale che dipende dalla natura delle pareti del canale in esame (calcestruzzo nel caso in esame);

R = raggio idraulico della sezione;

i = pendenza del canale.

Nella tabella sottoindicata viene riportato il dimensionamento del canale trapezio  
in parola:

		Manning	Bazin
<b>CANALE TRAPEZOIDALE</b>			
Altezza acqua (m)	y=	1,60	
Base minore (m)	B=	25,00	
Pend. pareti (m/m)	z=	1,00	
coeff Manning	n=	0,012	1,75
pend can. (m/m)	S=	0,00200	
Area (mq)	A=	42,56	
Perimetro (m)	P=	29,53	
Raggio Idraulico (m)	R=	1,44	
Largh. mass. (m)	T=	28,20	
Profond. Idr. (m)	D=	1,51	
y baricentrica (m)	y <sub>b</sub> =	0,78	
Fattore Sez.	Z=	52,29	
Portata (mc/s)	Q=	<b>202,40</b>	80,896
velocita (m/s)	V=	4,76	
Energia cinet. (m)	ec=	1,15	
energia tot (m)	E=	2,75	
cond alt. crit (m)	D/2= ec	-0,40	
n. Froude	Fr=	1,24	
Forza (t)	F=	131,48	
Portata critica (mc/s)	Q crit=	163,68	
pend Critica (m/m)	S crit=	0,00131	

Dalla suindicata tabella si evince che il canale trapezio dovrà avere le seguenti dimensioni:

- altezza argine dal fondo canale 2.00 m;
- larghezza canale 25.00 m;
- pendenza pareti 1/1.

## **2.8) VERIFICA SEZIONE IDRAULICA PONTE SS 389**

Relativamente alla verifica idraulica della sezione del ponte sulla SS 389 si è considerata la formula di Manning, valida per canali a pelo libero trapezzoidali, con:

$$Q = \chi \sigma \sqrt{i} R$$

dove

$$\chi = 1/n (R)^{1/6}$$

$n$  = è un valore adimensionale sperimentale che dipende dalla natura delle pareti del canale in esame (calcestruzzo nel caso in esame);

$R$  = raggio idraulico della sezione;

$i$  = pendenza del canale.

In tabella 1 viene riportato la verifica idraulica del ponte attuale:

		Manning	Bazin
<b>CANALE TRAPEZOIDALE</b>			
Altezza acqua (m)	y=	1,60	
Base minore (m)	B=	6,00	
Pend. pareti (m/m)	z=	0,00	
coeff Manning	n=	0,012	1,75
pend can. (m/m)	S=	0,00200	
Area (mq)	A=	9,60	
Perimetro (m)	P=	9,20	
Raggio Idraulico (m)	R=	1,04	
Largh. mass. (m)	T=	6,00	
Profond. Idr. (m)	D=	1,60	
y baricentrica (m)	y <sub>b</sub> =	0,80	
Fattore Sez.	Z=	12,14	
Portata (mc/s)	Q=	<b>36,81</b>	14,063
velocità (m/s)	V=	3,83	
Energia cinet. (m)	ec=	0,75	
energia tot (m)	E=	2,35	
cond alt. crit (m)	D/2= ec	0,05	
n. Froude	Fr=	0,97	
Forza (t)	F=	22,07	
Portata critica (mc/s)	Q crit=	38,01	
pend Critica (m/m)	S crit=	0,00213	
essendo due le campate avremo una portata pari a			
		<b>73,61</b>	m c/s

Tenendo conto che la sistemazione del canale è stata dimensionata con una portata pari a circa **200 mc/s** (con tempo di ritorno di pioggia pari a 100 anni) la verifica idraulica non risulta soddisfatta per cui sarà necessario realizzare un nuovo ponte avente campate sufficienti a smaltire la suddetta portata.

Per cui avremo:

		Manning	Bazin
<b>CANALE TRAPEZOIDALE</b>			
Altezza acqua (m)	y=	1,60	
Base minore (m)	B=	14,00	
Pend. pareti (m/m)	z=	0,00	
coeff Manning	n=	0,012	1,75
pend can. (m/m)	S=	0,00200	
Area (mq)	A=	22,40	
Perimetro (m)	P=	17,20	
Raggio Idraulico (m)	R=	1,30	
Largh. mass. (m)	T=	14,00	
Profond. Idr. (m)	D=	1,60	
y baricentrica (m)	y <sub>b</sub> =	0,80	
Fattore Sez.	Z=	28,33	
Portata (mc/s)	Q=	<b>99,55</b>	39,258
velocità (m/s)	V=	4,44	
Energia cinet. (m)	ec=	1,01	
energia tot (m)	E=	2,61	
cond alt. crit (m)	D/2= ec	-0,21	
n. Froude	Fr=	1,12	
Forza (t)	F=	63,02	
Portata critica (mc/s)	Q crit=	88,70	
pend Critica (m/m)	S crit=	0,00159	
essendo due le campate avremo una portata pari a		<b>199,11</b>	m c/s

Dalla suindicata tabella si evince che il ponte dovrà avere le campate con seguenti dimensioni:

- altezza argine dal fondo canale 1.60 m;
- n. 2 campate aventi larghezza pari a 14.00 m.

**IL PROGETTISTA  
C.P.S.I.O.**

**ing. Giovanni MAURELLI**