

STIL v1.0

Gerardo Mario Verderame¹, Paolo Ricci², Marilena Esposito³ & Gaetano Manfredi⁴
Dipartimento di Ingegneria Strutturale, Università Federico II di Napoli, Italia

The screenshot shows the STIL v1.0 software interface. It features a menu bar (File, Risultati, Help) and a main workspace with several panels. On the left, there are input controls for steel type, period, and category. The central area contains three graphs: 'Tensione di snervamento', 'Rapporto di incrudimento', and 'Allungamento a rottura'. Each graph is accompanied by a statistical control panel with fields for distribution type (Normal/LogNormal) and parameters like Min, Max, Mediana, Dev.St., μ , and σ . A 'Sintesi dei risultati' table and a 'Percentuali di utilizzo' table are also present on the left side.

Guida all'uso del programma

Si consente l'uso e la diffusione del software STIL a tutti gli utenti.

Si nega la commercializzazione dello stesso.

Non si assume alcuna responsabilità per eventuali danni derivanti dall'uso del programma.

Gli autori sono disponibili per eventuali chiarimenti.

Versione del 16/02/2012

¹ gerardomario.verderame@unina.it

² paolo.ricci@unina.it

³ marilena.esposito@unina.it

⁴ gaetano.manfredi@unina.it

Indice

Indice	- 2 -
Premessa	- 3 -
1- Installazione del programma	- 4 -
2- Il Database degli acciai	- 5 -
3- Dati di Input.....	- 10 -
4- Dati di Output.....	- 12 -
4.1- Sintesi dei risultati.....	- 12 -
4.2- Percentuali di utilizzo	- 12 -
4.3- Tensione di snervamento.....	- 13 -
4.4- Rapporto di incrudimento.....	- 13 -
4.5- Allungamento a rottura	- 13 -
4.6- Menu Editor	- 13 -
4.6.1- Risultati	- 14 -
4.6.2- File	- 16 -
4.6.3- Help	- 17 -
4.7- Nuova analisi	- 17 -
5- Possibili utilizzi del programma.....	- 19 -
6- Esempi Applicativi	- 20 -
6.1.1- Esempio 1.1: Acciai Lisci 1960-1970	- 20 -
6.1.2- Esempio 1.2: Acciai Lisci 1960-1970, conosco la categoria	- 22 -
6.2.1- Esempio 2.1: Acciai Nervati 1976-1990	- 24 -
6.2.2- Esempio 2.1: Acciai Nervati 1990-2000	- 26 -
6.3- Esempio 3: Acciai 1950-2000	- 28 -
Bibliografia	- 32 -

Premessa

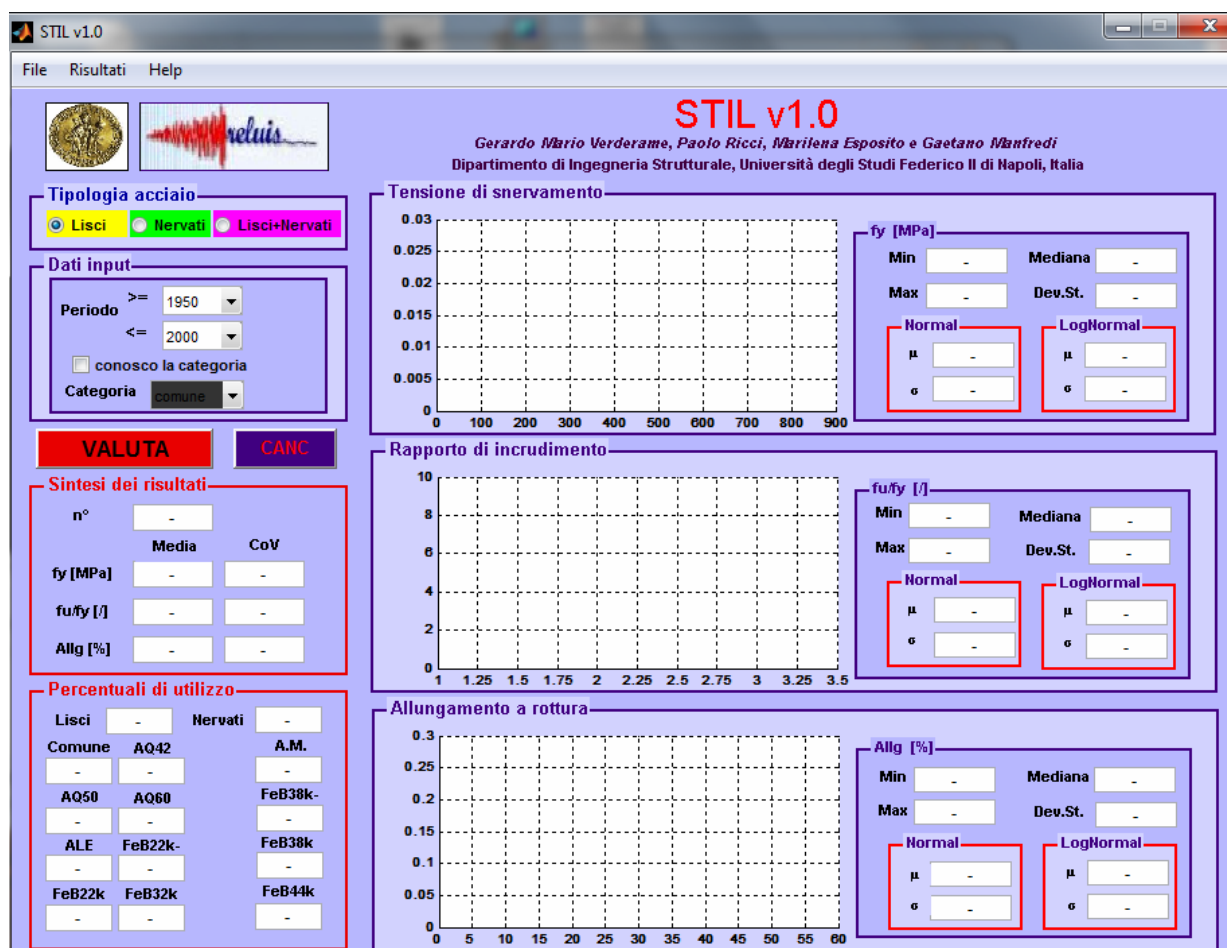
Il software **STIL v1.0** fornisce un contributo alla conoscenza delle caratteristiche degli acciai da cemento armato impiegati in Italia nell'intervallo temporale 1950-2000. In particolare esso si basa su un database di 19140 prove di trazione effettuate su barre di acciaio presso il Laboratorio Sperimentale del Dipartimento di Ingegneria Strutturale (DIST) della Facoltà di Ingegneria dell'Università degli Studi di Napoli Federico II. I dati utilizzati sono stati attinti dalle schede di prova presenti nell'archivio del Laboratorio che è stato per molti anni uno dei pochi, in tutta l'Italia Meridionale, ad essere ufficialmente autorizzato ad eseguire prove sui materiali da costruzione.

STIL v1.0 permette di eseguire in pochi secondi la ricerca all'interno del database dei valori delle principali caratteristiche meccaniche degli acciai in funzione di pochi parametri inseriti dall'utente. In particolare, l'utente può definire un intervallo temporale; un intervallo temporale ed una tipologia di acciaio (Lisci, Nervati); oppure un intervallo temporale ed una specifica categoria (funzione della tipologia di acciaio e delle classificazione normativa all'epoca di riferimento). Inseriti tali parametri il programma restituisce sia in formato numerico che in formato grafico le distribuzioni empiriche e le distribuzioni normali e log-normali della *tensione di snervamento*, del *rapporto di incrudimento* e della *percentuale di allungamento a rottura*, nonché i valori di percentuali di utilizzo delle diverse categorie di acciaio nell'intervallo temporale selezionato.

1- Installazione del programma

Il programma è sviluppato in ambiente MATLAB, pertanto il suo funzionamento è subordinato all'installazione di MATLAB Component Runtime (MCR), ovvero eseguendo preliminarmente l'installazione del file **MCRInstaller.exe** presente nella cartella del programma STIL.

Eseguita tale installazione l'utente può immediatamente eseguire il programma STIL lanciando l'eseguibile **STIL.exe**. In pochi secondi comparirà l'interfaccia del programma, ed eseguire le analisi di selezione ricercate.



La prima esecuzione del programma potrebbe richiedere qualche minuto aggiuntivo rispetto alle successive esecuzioni.

2- Il Database degli acciai

Il Database è ricavato dalle schede che certificano i risultati delle prove a trazione su barre di acciaio da cemento armato utilizzate per la realizzazione di edifici sia pubblici che privati, reperite nel laboratorio sperimentale del DIST (Università di Napoli Federico II).

Il database è costituito da 19140 prove, ricavate da 2350 pratiche, e rappresentano un campione significativo per valutare l'andamento delle proprietà meccaniche degli acciai impiegati nel periodo dal dopoguerra al 2000.

L'analisi quantitativa della ripartizione delle prove per decenni e poi per anni ha mostrato come la numerosità dei provini a partire dagli anni '50 cresce notevolmente fino a raggiungere un picco negli anni '60 ed una diminuzione nel decennio successivo. Successivamente, negli anni '70, si assiste però ad un nuovo incremento delle numerosità delle prove, che tende successivamente a stabilizzarsi per poi decrescere nuovamente, in particolare nell'ultimo decennio analizzato, a causa della nascita di numerosi laboratori privati a cui è stata concessa la possibilità di effettuare prove sui materiali.

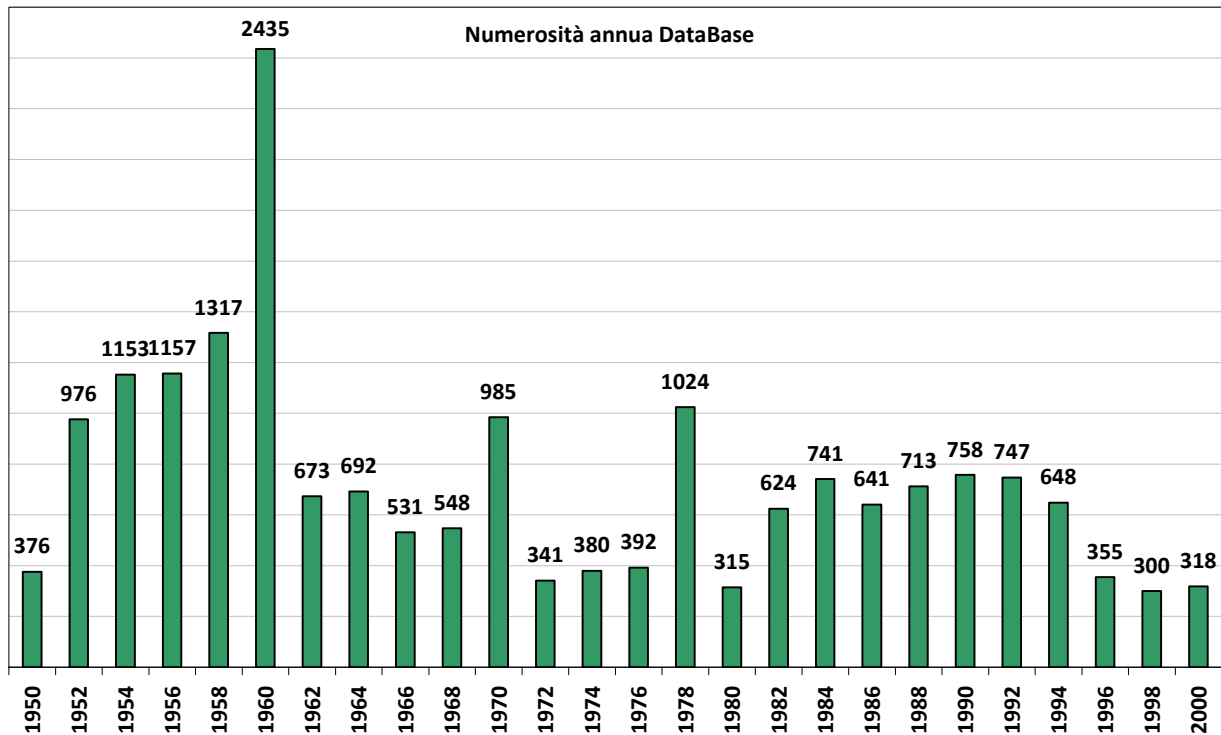
Si sottolinea che nell'intervallo temporale di analisi sono stati considerati i soli anni pari, e non sempre tutti i mesi dell'anno, ciò al fine di omogeneizzare il più possibile la numerosità del campione. In particolare sono stati considerati i certificati di prove a trazione:

- Dal 1950 al 1960 ⇨ nei 12 mesi dell'anno
- Dal 1962 al 1968 ⇨ nei soli mesi di Maggio, Giugno e Luglio
- Dal 1970 al 1980 ⇨ nel solo mese di Giugno
- Dal 1982 al 1988 ⇨ nei mesi da Marzo a Settembre
- Nel 1990 ⇨ nei mesi da Marzo ad Ottobre
- Nel 1992 ⇨ nei mesi da Febbraio a Novembre
- Dal 1994 al 2000 ⇨ nei 12 mesi dell'anno

Viene di seguito riportata la numerosità annuale delle prove catalogate.

Si noti che la numerosità del 1960 è nettamente maggiore delle altre, in quanto è stato preso come "anno pilota" per l'individuazione del mese maggiormente rappresentativo dell'anno⁵.

⁵ Il mese di Giugno costituisce il più rappresentativo dell'anno (Verderame et al., 2001). A partire da questo mese la finestra temporale viene poi allargata fino ottenere un campione rappresentativo della popolazione.

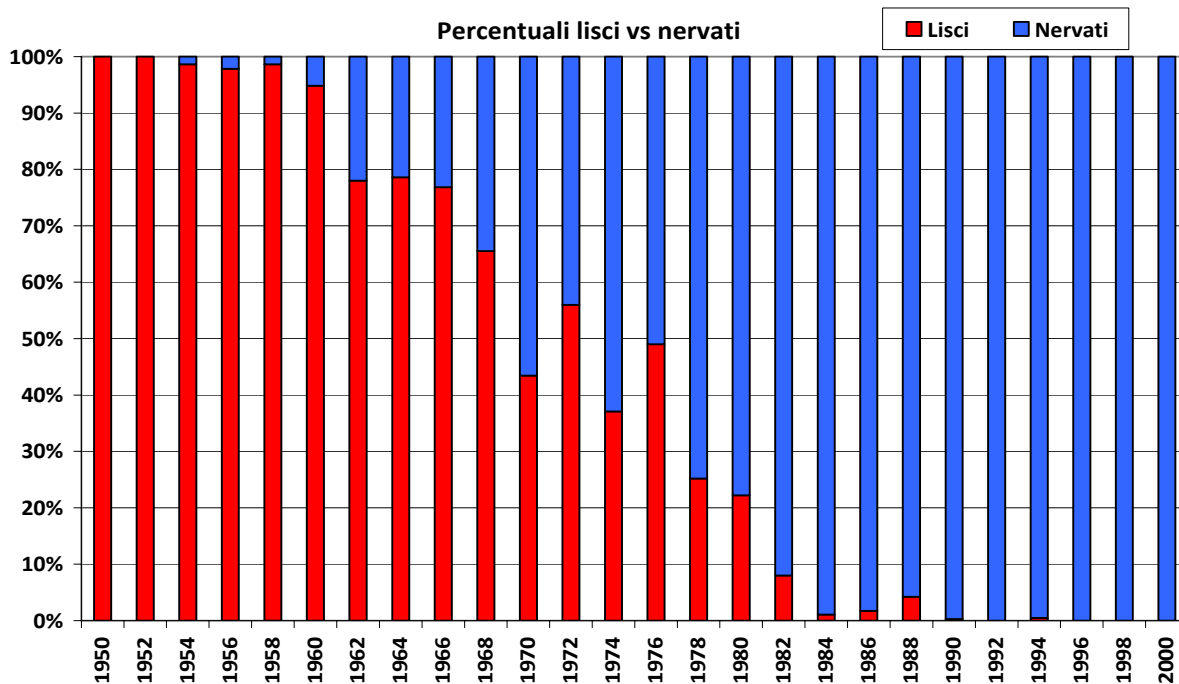


I parametri meccanici direttamente desumibili dalle schede di prova sono:

- tensione di snervamento (f_y)
- tensione di rottura (f_u)
- allungamento a rottura (All)

Dai dati in possesso, desunti dalle prove, è stato possibile ricavare il rapporto di incrudimento, definito come rapporto tra la tensione di rottura e la tensione di snervamento. Dall'analisi dei dati sperimentali ottenuti dalle prove si ricava anche la percentuale di utilizzo degli acciai nel tempo, in relazione alla tipologia Lisci e Nervati ed alla categoria commerciale.

Si riporta di seguito l'aliquota di acciai lisci e nervati anno per anno, dalla quale si può osservare che gli acciai lisci, predominanti nel primo decennio, sono caratterizzati successivamente da una forte diminuzione a vantaggio degli acciai nervati. La presenza delle due tipologie diviene comparabile tra il 1970 ed il 1976. L'ultimo decennio è praticamente caratterizzato esclusivamente da acciai nervati, andamento del tutto atteso e coerente con l'evoluzione delle normative.



Separato il database in relazione alle due tipologie di acciaio, non si può prescindere da un'ulteriore classificazione strettamente connessa alle indicazioni normative susseguitesi nel cinquantennio in esame. Si riporta di seguito un quadro normativo di sintesi:

Tipologia di acciaio	Regio Decreto Legge n. 2229/1939			Circolare del Ministero LL.PP. 23/05/1957 n.1472			Decreto Ministeriale del 30/5/1972				Decreto Ministeriale del 30/05/1974				Decreto Ministeriale del 9/01/1996		N.T.C. 2008					
	Liscio			Liscio			A.M.	Liscio		A.M.		Liscio		A.M.		Liscio		A.M.				
Denominazione	Dolce	Semid.	Duro	Aq 42	Aq 50	Aq 60	/	Fe B 22	Fe B 32	A 38	A 41	Fe B 44	Fe B 22	Fe B 32	Fe B 38	Fe B 44	Fe B 22	Fe B 32	Fe B 38	Fe B 44	B450A	B450C
Limite di snervamento (Kg/mm ²)	≥ 23	≥ 27	≥ 31	≥ 23	≥ 27	≥ 31	/	≥ 22	≥ 32	≥ 38	≥ 41	≥ 44	≥ 22	≥ 32	≥ 38	≥ 44	≥ 22	≥ 32	≥ 38	≥ 44	≥ 45	≥ 45
Carico di rottura a trazione (kg/mm ²)	42 - 50	50 - 60	60 - 70	42 - 50	50 - 60	60 - 70	/	≥ 34	≥ 50	≥ 46	≥ 50	≥ 55	≥ 34	≥ 50	≥ 46	≥ 55	≥ 34	≥ 50	≥ 46	≥ 55	≥ 54	≥ 54
Allungamento a rottura (%) ⁶	≥ 20	≥ 16	≥ 14	≥ 20	≥ 16	≥ 14	≥ 12	≥ 24	≥ 23	≥ 14	≥ 14	≥ 12	≥ 24	≥ 23	≥ 14	≥ 12	≥ 24	≥ 23	≥ 14	≥ 12	≥ 7,5	> 2,5
Carico di sicurezza (Kg/cm ²)	1400	2000	2000	1400	1600	1800	≤ 0.5σ _s ≤ 0.4σ _s ≤ 2200	1200	1600	1900-2200	2000-2400	2200-2600	1200	1600	1900-2200	2200-2600	1200	1600	1900-2200	2200-2600		

Sono stati individuate 12 classificazioni relativamente al periodo esaminato, considerando oltre ai valori espressamente dichiarati dalle indicazioni normative altre 4 categorie create come sottogruppi di quelle esistenti, in quanto i parametri meccanici non rientravano perfettamente nel range di valori previsto dalla normativa⁶.

⁶ Per ulteriori dettagli sulla classificazione si rimanda all'Appendice-1 *Classificazione degli acciai da cemento armato- Evoluzione normativa* ed all'Appendice 2- *Controlli sugli acciai secondo il D.M. del 1974 ed il D.M. del 1996*.

Barre lisce

- **“Comune”**, terminologia con la quale si indica un acciaio con caratteristiche meccaniche che sono al di sotto del limite inferiore;
- **“Aq42, Aq50, Aq60”**, i cui limiti ai parametri meccanici vengono imposti dalla normativa n.1472 del 1957 (la classificazione, a meno della nomenclatura, ricalca la 2229/1939);
- **“A.L.E.”**, acciai ad alto limite elastico, utilizzati soprattutto negli anni '60, le cui caratteristiche sono superiori a quelle previste dalla normativa;
- **“FeB22k–”** acciai che non rientrano nella categoria FeB22k per almeno un parametro;
- **“ FeB22k”** e **“ FeB32k”** che rispettano i limiti imposti dal DM 30/05/1972.

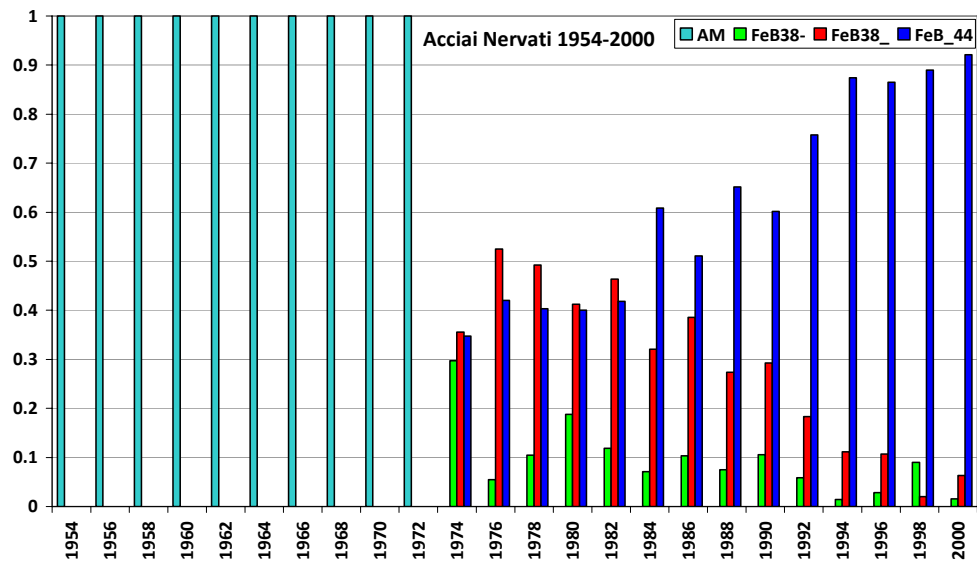
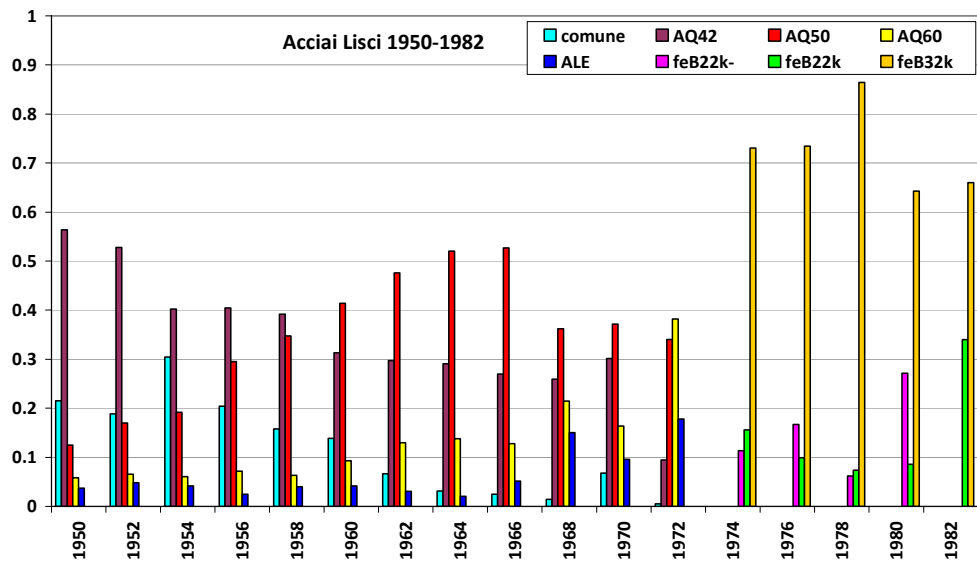
Barre nervate

- **“A.M.”** acciai ad aderenza migliorata presenti prima del 1972;
- **“FeB38k–”** acciai che non rientrano nella categoria FeB38k per almeno un parametro;
- **“FeB38k”** e **“FeB44k”** che rispettano i limiti imposti dal DM 09/01/1996 (la classificazione ricalca quella già presente nel DM 30/05/1974).

Si sottolinea, inoltre, che la classificazione è stata effettuata in base ai risultati di ciascuna prova (o pratica) e quindi non necessariamente viene a coincidere con la classificazione commerciale con cui le barre sono state vendute⁷.

Si riporta di seguito l'andamento delle percentuali di utilizzo annue degli acciai relativamente alle 8 categorie individuate per gli acciai lisci ed alle 4 categorie individuate per gli acciai nervati.

⁷ Per ulteriori dettagli sulla classificazione si rimanda all'Appendice-1 *Classificazione degli acciai da cemento armato- Evoluzione normativa* ed all'Appendice 2- *Controlli sugli acciai secondo il D.M. del 1974 ed il D.M. del 1996*.



3- Dati di Input

L'utente deve in prima istanza definire la tipologia di acciaio (Liscio o Nervata). Qualora non sia disponibile tale informazione, può scegliere l'opzione Lisci+Nervati. Ovviamente, a seconda della scelta effettuata dall'utente il programma effettuerà la selezione dal database relativo ai soli acciai lisci, dal database relativo ai soli acciai nervati, oppure dall'intero database Lisci+Nervati.

Tipologia acciaio

Liscio Nervati Lisci+Nervati

Definita la tipologia di acciaio l'utente deve definire l'intervallo temporale in cui intende eseguire la valutazione.

Dati input

Periodo ∇ 1950 ∇

\wedge 2000 ∇

conosco la categoria

Categoria comune ∇

Qualora l'utente sia a conoscenza della categoria di acciaio può spuntare (flaggare) l'opzione **"conosco la categoria"** ed indicare successivamente la categoria nota tra le opzioni che compaiono nel menu a tendina **"Categoria"** sottostante. Le categorie di acciaio selezionabili sono funzione della scelta precedentemente effettuata dall'utente riguardo alla tipologia di acciaio.

Tipologia acciaio

Liscio Nervati Lisci+Nervati

Dati input

Periodo ∇ 1950 ∇

\wedge 2000 ∇

conosco la categoria

Categoria comune ∇

- comune
- AQ42
- AQ50
- AQ60
- ALE
- FeB22k-
- FeB22k
- FeB32k

Tipologia acciaio

Liscio Nervati Lisci+Nervati

Dati input

Periodo ∇ 1950 ∇

\wedge 2000 ∇

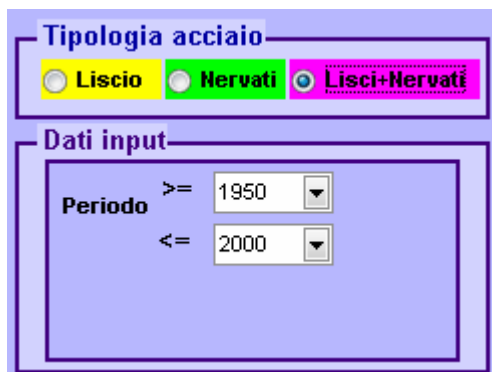
conosco la categoria

Categoria FeB38k- ∇

- FeB38k-
- FeB38k
- FeB44k

Le categorie sono quelle definite dalle diverse normative che si sono susseguite nell'intervallo di tempo tra il 1950 ed il 1980 (§2).

E' ovvio che qualora l'utente scelga la tipologia Lisci+Nervati, la scelta della categoria non può essere effettuata.

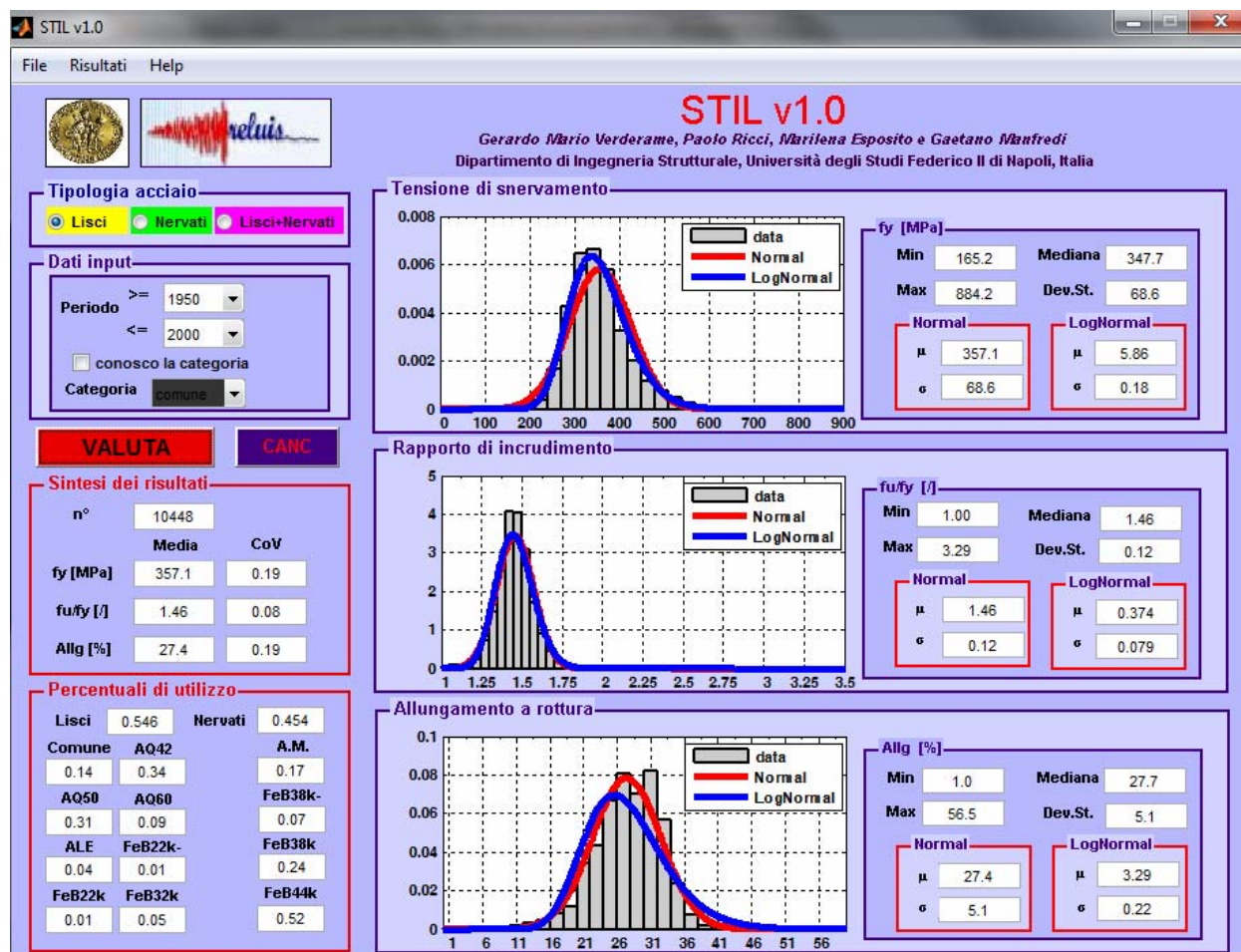


The image shows a software interface with two main sections. The top section is titled "Tipologia acciaio" and contains three radio button options: "Liscio" (yellow background), "Nervati" (green background), and "Lisci+Nervati" (pink background with a dotted border). The "Lisci+Nervati" option is selected. The bottom section is titled "Dati input" and contains two date input fields. The first field is labeled "Periodo" and has a dropdown arrow next to the year "1950". The second field has a dropdown arrow next to the year "2000".

Si consiglia inoltre, qualora sia nota la categoria di acciaio, di controllare le distribuzioni percentuali degli acciai nell'intervallo temporale d'indagine (anno per anno). Tale operazione è effettuabile dall'editor menu a tendina **"Risultati"** (§ 4.6.1).

4- Dati di Output

Inseriti i pochi dati di Input è possibile lanciare il programma cliccando sul tasto “VALUTA”. In pochi secondi l’utente vedrà comparire i risultati dell’analisi sia in formato numerico che in formato grafico.



4.1- Sintesi dei risultati

Nel riquadro “Sintesi dei risultati” appena sotto il tasto “Valuta” sono riportate una serie di informazioni sintetiche della ricerca effettuata. In particolare viene riportato il numero di campioni costituenti il sottoinsieme prescelto e per i parametri quali tensione di snervamento (fy), rapporto di incrudimento (fu/fy) e percentuale di allungamento a rottura vengono riproposti il valore medio ed il coefficiente di variazione (CoV: rapporto tra la deviazione standard e la media).

4.2- Percentuali di utilizzo

Nel riquadro appena sotto la sintesi dei risultati sono riportate le “Percentuali d’utilizzo” per le due tipologie di acciaio Lisci e Nervati. Viene inoltre riportata la percentuale d’utilizzo di

ciascuna categoria valutata rispetto alla popolazione di soli lisci (Comune, AQ42, AQ50, AQ60, ALE, FeB22k-, FeB22k, FeB32k) e di soli Nervati (A.M., FeB38k-, FeB38k, FeB44).

Pertanto in tale riquadro vengono sempre riportati i risultati relative alle percentuali d'utilizzo relative all'intervallo temporale selezionato indipendentemente dalla scelta "Tipologia acciaio" e se sia nota o meno la categoria.

4.3- Tensione di snervamento

In questa sezione del programma vengono visualizzate in formato grafico l'istogramma delle densità di frequenza che insiste sull'i-esimo intervallo di ampiezza costante $\Delta x=30$ MPa della tensione di snervamento. Alla distribuzione empirica sono poi associate le distribuzioni Normali e Log-Normali che meglio approssimano la reale distribuzione. Unitamente ai parametri di descrizione del campione (minimo, massimo, mediana e deviazione standard) vengono riproposti i parametri di definizione delle curve di distribuzione valutate $(\mu_N \sigma_N)$ $(\mu_{LN} \sigma_{LN})$.

4.4- Rapporto di incrudimento

In questa sezione del programma vengono visualizzate in formato grafico l'istogramma delle densità di frequenza che insiste sull'i-esimo intervallo di ampiezza costante $\Delta x=0.05$ del rapporto di incrudimento. Alla distribuzione empirica sono poi associate le distribuzioni Normali e Log-Normali che meglio approssimano la reale distribuzione. Unitamente ai parametri di descrizione del campione (minimo, massimo, mediana e deviazione standard) vengono riproposti i parametri di definizione delle curve di distribuzione valutate $(\mu_N \sigma_N)$ $(\mu_{LN} \sigma_{LN})$.

4.5- Allungamento a rottura

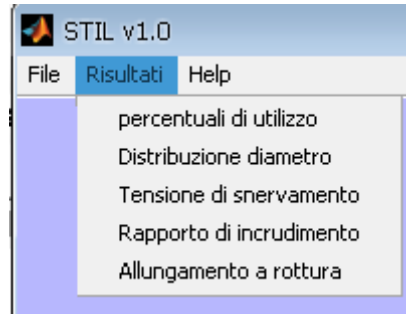
In questa sezione del programma vengono visualizzate in formato grafico l'istogramma delle densità di frequenza che insiste sull'i-esimo intervallo di ampiezza costante $\Delta x=2$ dell'allungamento a rottura espresso in termini percentuali. Alla distribuzione empirica sono poi associate le distribuzioni Normali e Log-Normali che meglio approssimano la reale distribuzione. Unitamente ai parametri di descrizione del campione (minimo, massimo, mediana e deviazione standard) vengono riproposti i parametri di definizione delle curve di distribuzione valutate $(\mu_N \sigma_N)$ $(\mu_{LN} \sigma_{LN})$.

4.6- Menu Editor

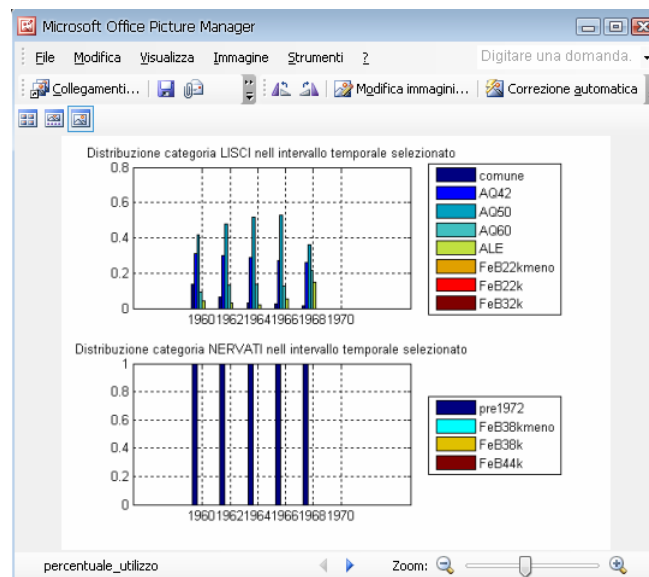
Nel menu editor in alto a sinistra sono presenti alcune utili funzioni per estrarre semplicemente e rapidamente le informazioni visualizzate nell'interfaccia grafica del programma.

4.6.1- Risultati

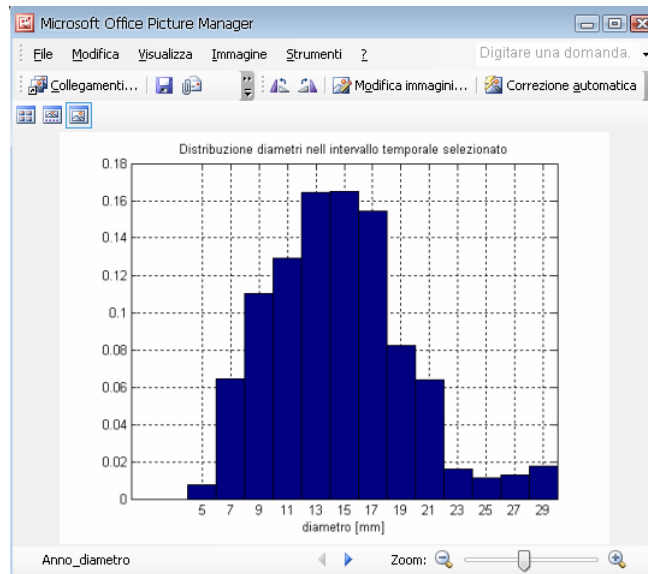
Spostando il cursore sulla scritta **“Risultati”** compare un menu a tendina che permette di estrarre in formato grafico le informazioni relative a:



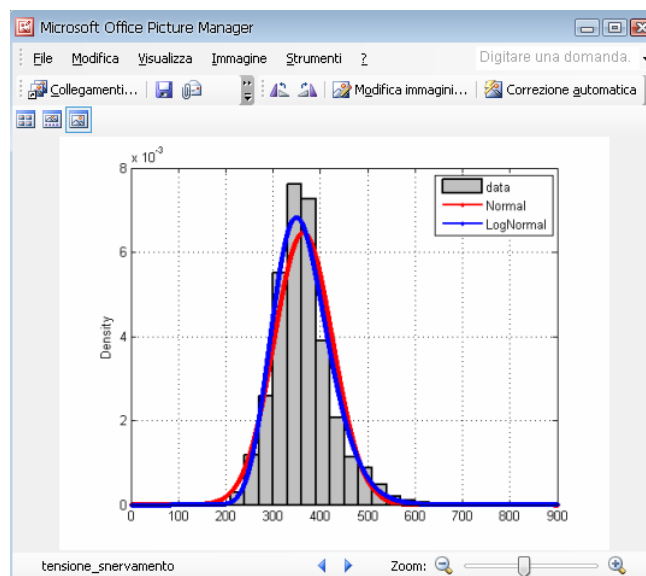
Percentuali d'utilizzo: Mostra per ciascun anno (presente nell'intervallo temporale prescelto dall'utente) e relativamente ad entrambe le tipologie (Lisci e Nervati) l'istogramma relativo alle percentuali di utilizzo delle diverse categorie di acciaio.



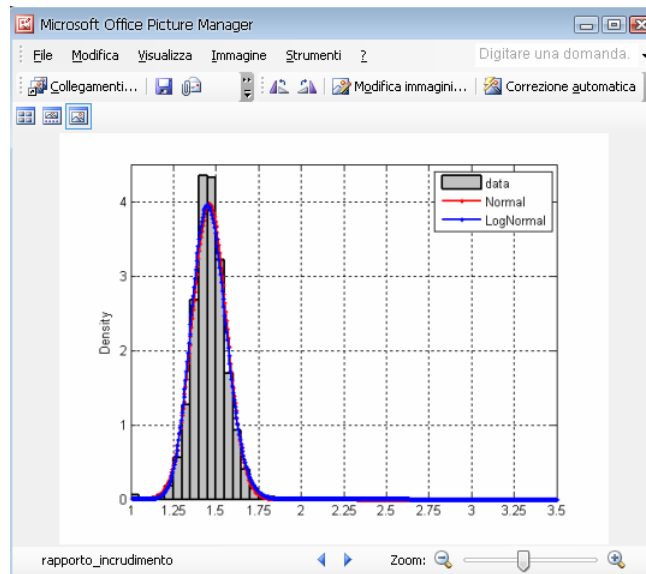
Distribuzione diametro: Mostra per l'intero intervallo temporale prescelto dall'utente ed in funzione dei parametri di input da esso definito la distribuzione dei diametri costituenti il sottoinsieme selezionato.



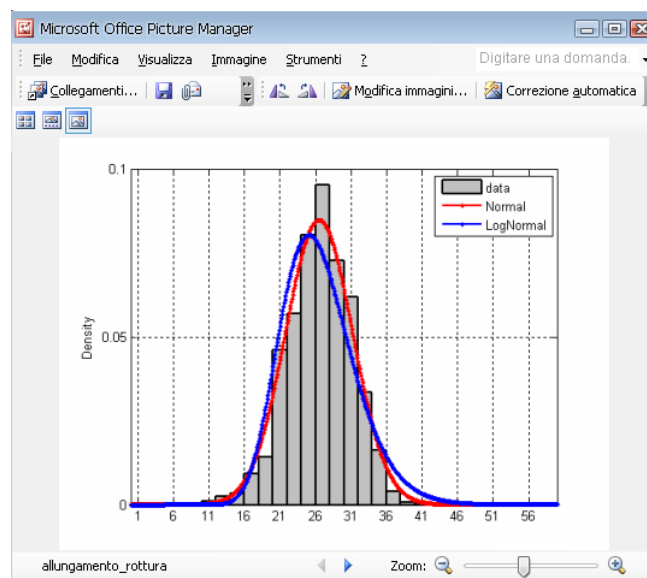
Tensione di snervamento: Mostra in ragione delle scelte fatte dall'utente la distribuzione empirica della tensione di snervamento (istogramma delle frequenze) e le curve di Normale e Log-normale che meglio fittano tale distribuzione in formato bitmap.



Rapporto di Incrudimento: Mostra in ragione delle scelte fatte dall'utente la distribuzione empirica del rapporto di incrudimento (istogramma delle frequenze) e le curve di Normale e Log-normale che meglio fittano tale distribuzione in formato bitmap.

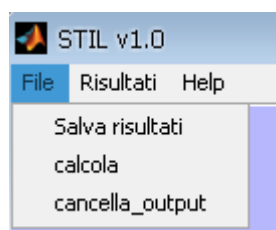


Allungamento a rottura: Mostra in ragione delle scelte fatte dall'utente la distribuzione empirica dell' allungamento a rottura (istogramma delle frequenze) e le curve di Normale e Log-normale che meglio fittano tale distribuzione in formato bitmap.



4.6.2- File

Spostando il cursore sulla scritta **"File"** compare un menu a tendina che permette di eseguire le seguenti informazioni:



Salva risultati: Permette di salvare tutti i risultati dell'ultima analisi lanciata. In particolare cliccando su tale scritta si apre in automatica la cartella "**output_folder**" contenente:

- 1- tensione_snervamento (immagine bitmap)
- 2- rapporto_incrudimento (immagine bitmap)
- 3- Allungamento_rottura (immagine bitmap)
- 4- percentuali utilizzo (file txt)

I file immagine bitmap (da 1 a 3) sono le distribuzione dei parametri di nomenclatura della distribuzione empirica e delle relative curve di Normale e log-normale in ragione dell'ultima selezione effettuata dall'utente.

Il file percentuali utilizzi ripropone in formato numerico stampabile quanto riproposto nel riquadro "Percentuali d'utilizzo" nell'interfaccia grafica del programma, sempre relativamente all'ultima analisi effettuata dal programma.

La cartella può essere ritrovata (rinominata, cancellata....) manualmente dall'utente nella cartella d'installazione del programma.

calcola: è un alternativa al pulsante "VALUTA"

cancella_output: elimina definitivamente la cartella "output_folder" ma non la visualizzazione nell'interfaccia dell'ultima selezione eseguita.

4.6.3- Help

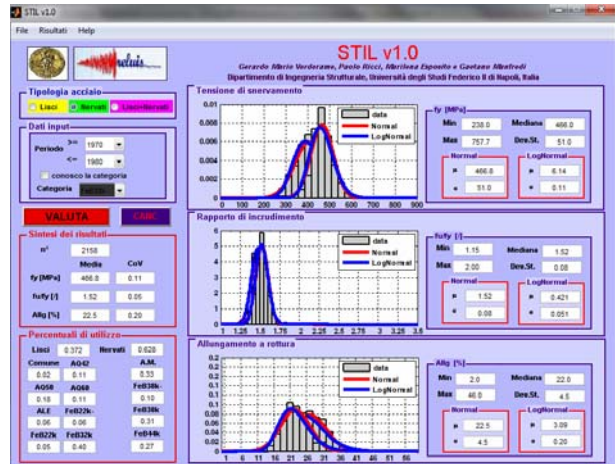
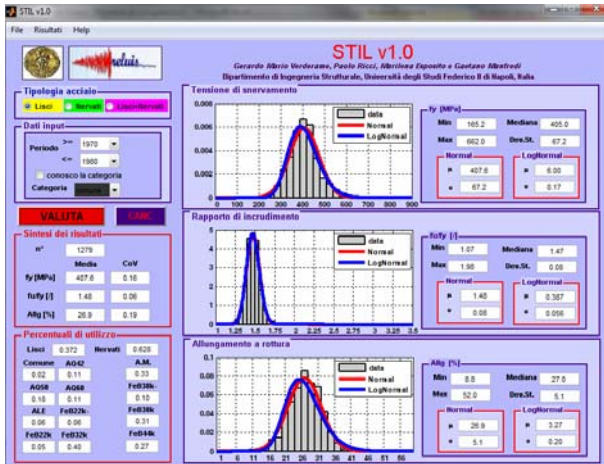
Consente di aprire il manuale di applicazione del programma ed alcune utili reference.

4.7- Nuova analisi

Se l'utente vuole eseguire una nuova selezione può cliccare sul pulsante "**CANC**" che elimina l'ultima selezione lanciata e modificare nuovamente i parametri di input per rilanciare una nuova selezione cliccando sul tasto "**VALUTA**".

Se l'utente volesse eseguire su schermo un confronto tra diverse selezioni, può effettuare la nuova selezione senza prima cancellare la precedente, ovvero modificando i dati di input e cliccare il pulsante "VALUTA" senza prima cliccare sul pulsante "CANC". In tal caso nei riquadri Tensione di snervamento, Percentuale di incrudimento e Allungamento a rottura compariranno i grafici della nuova selezione sovrapposti a quelli della/e precedente/i analisi. Tutti i dati

numerici o estratti dal menu editor faranno comunque riferimento alla sola ultima selezione effettuata.



5- Possibili utilizzi del programma

Il programma risulta un valido supporto al progettista che si appresta ad eseguire la valutazione sismica di un edificio in c.a. del quale non conosce le caratteristiche meccaniche dall'acciaio di armatura. Si sottolinea che il solo programma non può costituire l'unica fonte per l'individuazione delle caratteristiche meccaniche dell'acciaio da c.a., quanto piuttosto fornire indicazioni sul valore atteso della tensione di snervamento, della percentuale di allungamento a rottura e del rapporto d'incrudimento, nell'intervallo temporale in cui è stato realizzato l'edificio esistente in analisi. Può inoltre risultare utile conoscere in un dato intervallo temporale la categoria di acciaio maggiormente impiegata, di modo che l'utente possa avvalorare maggiormente il ricorso ai valori delle principali caratteristiche meccaniche dell'acciaio così come riportati nella normativa dell'epoca relativamente ad una data categoria, ovvero quella statisticamente di maggiore utilizzo.

Un ulteriore possibile utilizzo del programma viene da analisi di vulnerabilità sismica a larga scala, nelle quali le caratteristiche meccaniche dei materiali rientrano tra i parametri la cui determinazione richiede una caratterizzazione statistica a priori (Ricci, 2010).

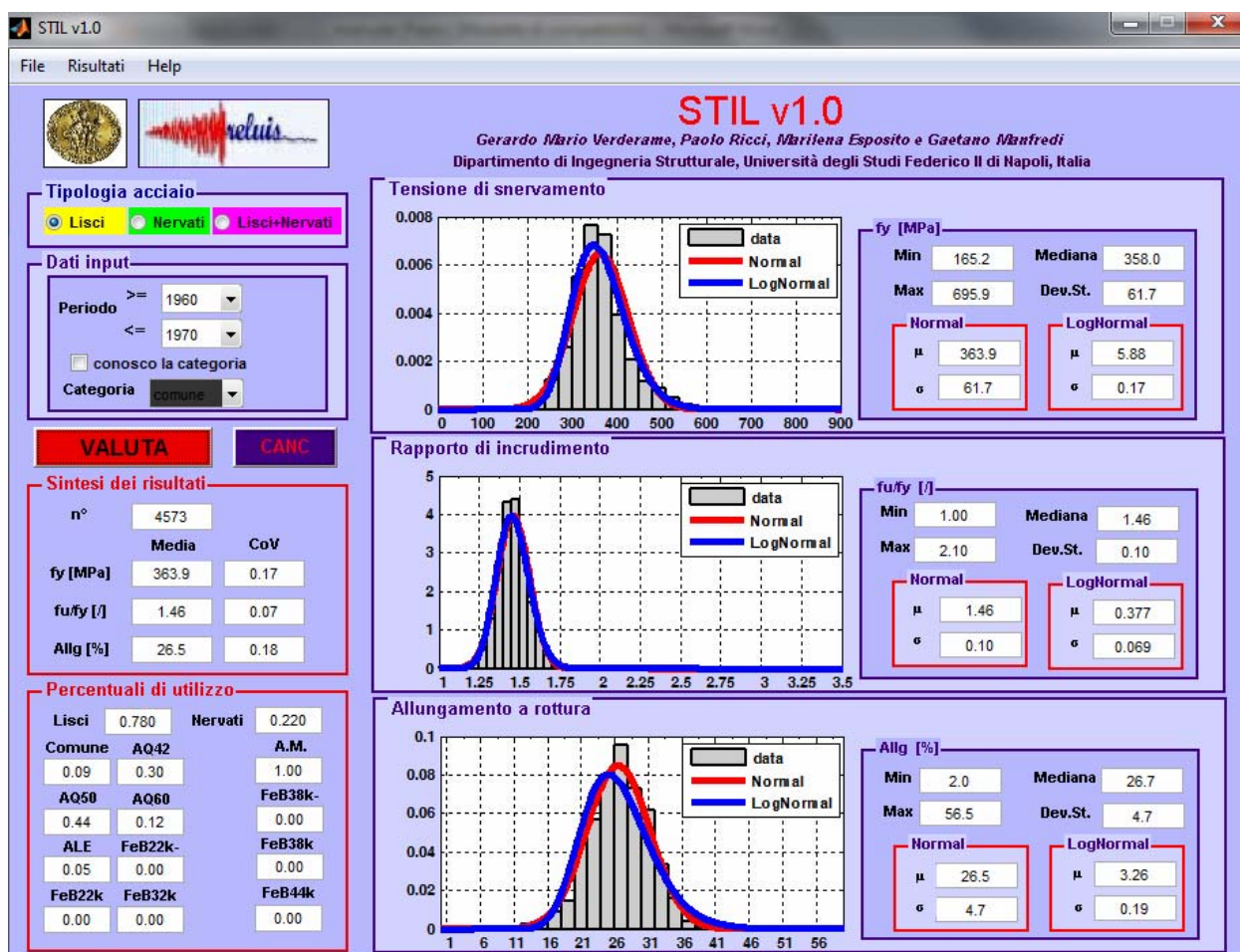
6- Esempi Applicativi

Si riportano di seguito alcuni esempi applicativi di guida ad utilizzo del programma.

6.1.1- Esempio 1.1: Acciai Lisci 1960-1970

Supponiamo che si voglia selezionare le prove relative a tutti gli acciai lisci nell'intervallo temporale 1960-1970. Supponiamo inoltre che non sia nota la categoria di acciaio.

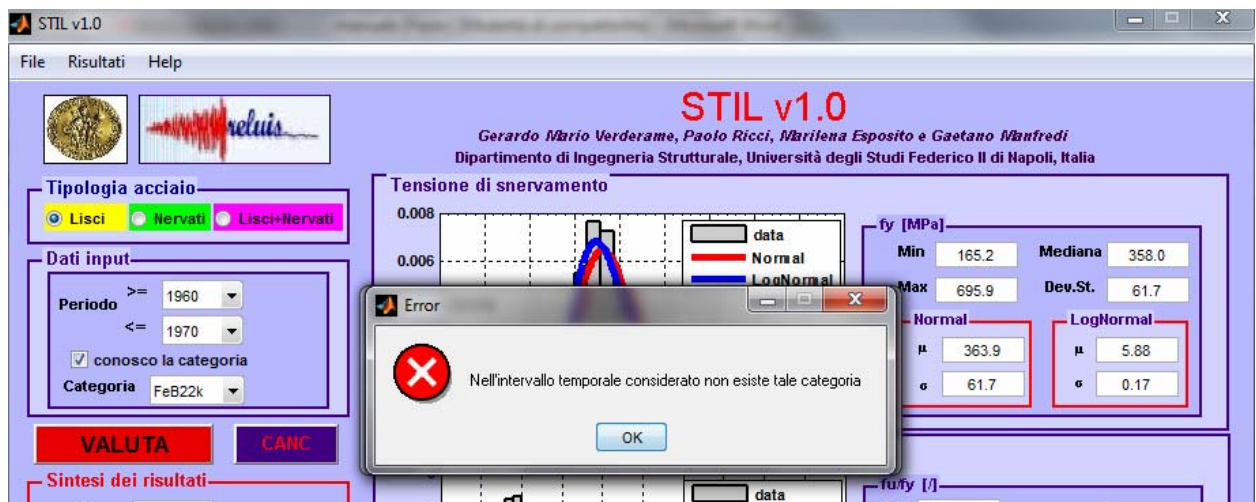
L'utente deve cliccare sulla Checkbox "Lisci" indicare nel panel dati di input l'intervallo desiderato lasciando non spuntata l'opzione conosco la categoria. A questo punto basta cliccare sulla scritta "VALUTA".



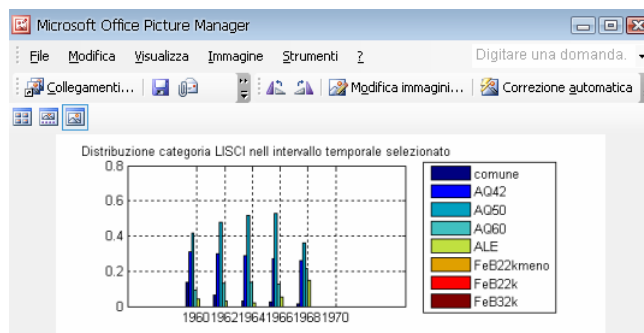
Dal Database degli acciai lisci vengono selezionati 4573 records (prove). Si registra una tensione di snervamento media di 363.9 MPa caratterizzata da un CoV del 17%, un rapporto di incrudimento medio pari a 1.46 caratterizzato da un CoV del 7% ed un allungamento a rottura medio del 26.5% caratterizzato da un CoV del 18%.

In basso è possibile apprendere che nell'intervallo 1960-1970 il 78.0% delle prove è costituito da acciai lisci e solo il 22.0% da acciai nervati⁸. Il campione selezionato di acciai lisci è costituito per il 44% da acciai tipo AQ50, per il 30% da acciaio tipo AQ42, per il 12% da acciai tipo AQ60, e solo per il 9% da acciai tipo comune ed 5% da acciai di tipo ALE. Ovviamente la percentuale delle restanti categorie lisce è nulla in quanto nell'intervallo temporale selezionato la classificazione normativa non contemplava tali categorie.

Infatti se si spunta l'opzione "conosco la categoria" e si sceglie ad esempio "FeB22k" compare la scritta: "Nell'intervallo temporale considerato non esiste tale categoria"



Infatti dal **menu editor** ⇨ **risultati** ⇨ **percentuali utilizzo** ⇨ si apre la finestra come da §4.6.1



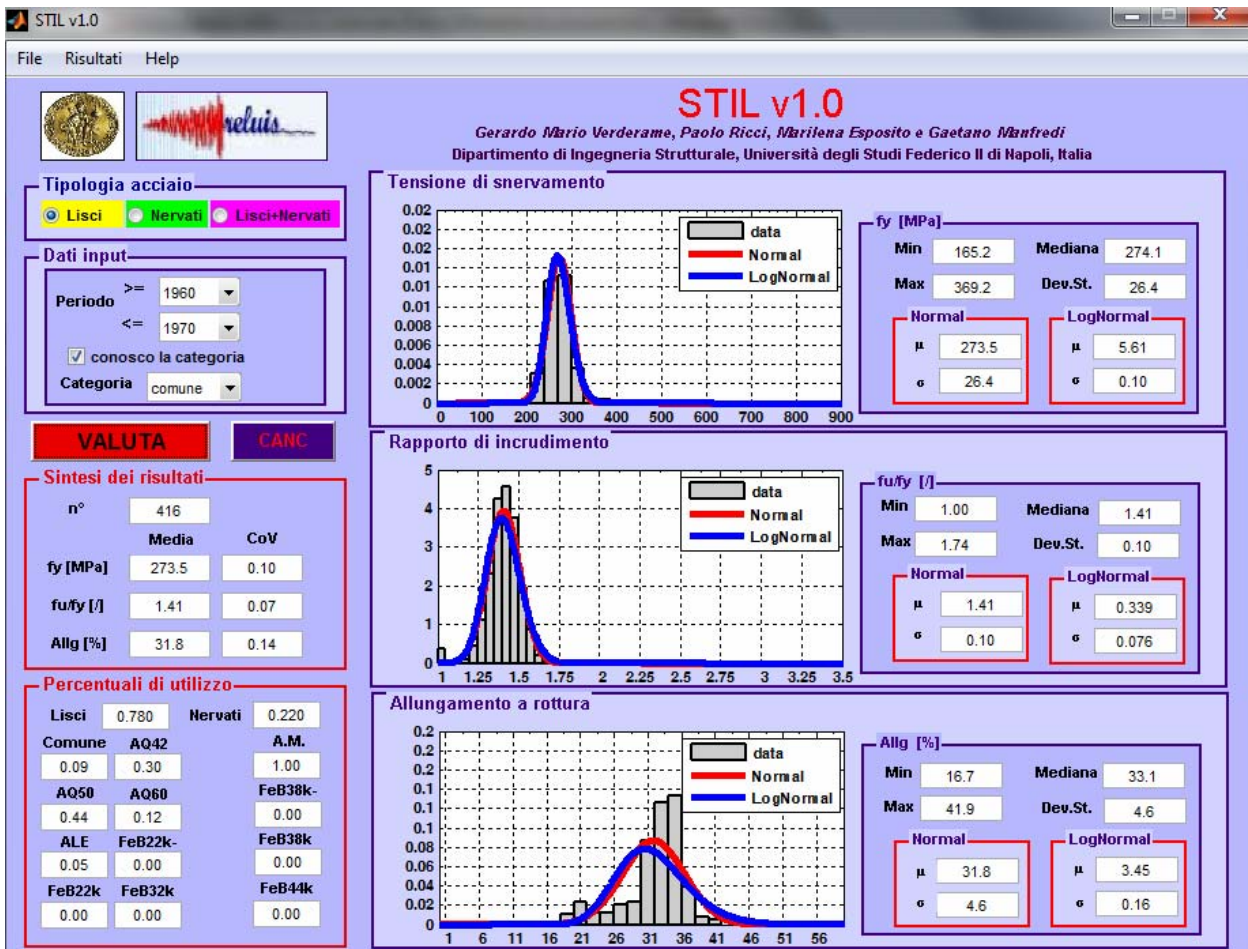
Dalla quale si evince che la categoria selezionata nell'intervallo scelto non è presente. Infatti solo a partire dal 1974 cambia la classificazione normativa e vengono introdotte le categorie FeB22k ed FeB38k.

⁸ Nell'intervallo temporale scelto 4573 record sono relativi ad acciai lisci e 1291 sono relativi ad acciai nervati. Si noti che i valori dei parametri sovrastanti e quelli a destra fanno riferimento al solo campione acciai lisci, avendo precedentemente scelto la tipologia LISCI.

6.1.2- Esempio 1.2: Acciai Lisci 1960-1970, conosco la categoria

Supponiamo che si vogliano selezionare le prove relative a tutti gli acciai lisci nell'intervallo temporale 1960-1970. Supponiamo inoltre che sia nota la categoria di acciaio: Comune.

L'utente deve cliccare sulla Checkbox "Lisci" ed indicare nel panel dati di input l'intervallo desiderato e dopo aver "spuntato" l'opzione conosco la categoria sceglie dalla lista la categoria "comune". A questo punto basta cliccare sulla scritta "VALUTA".

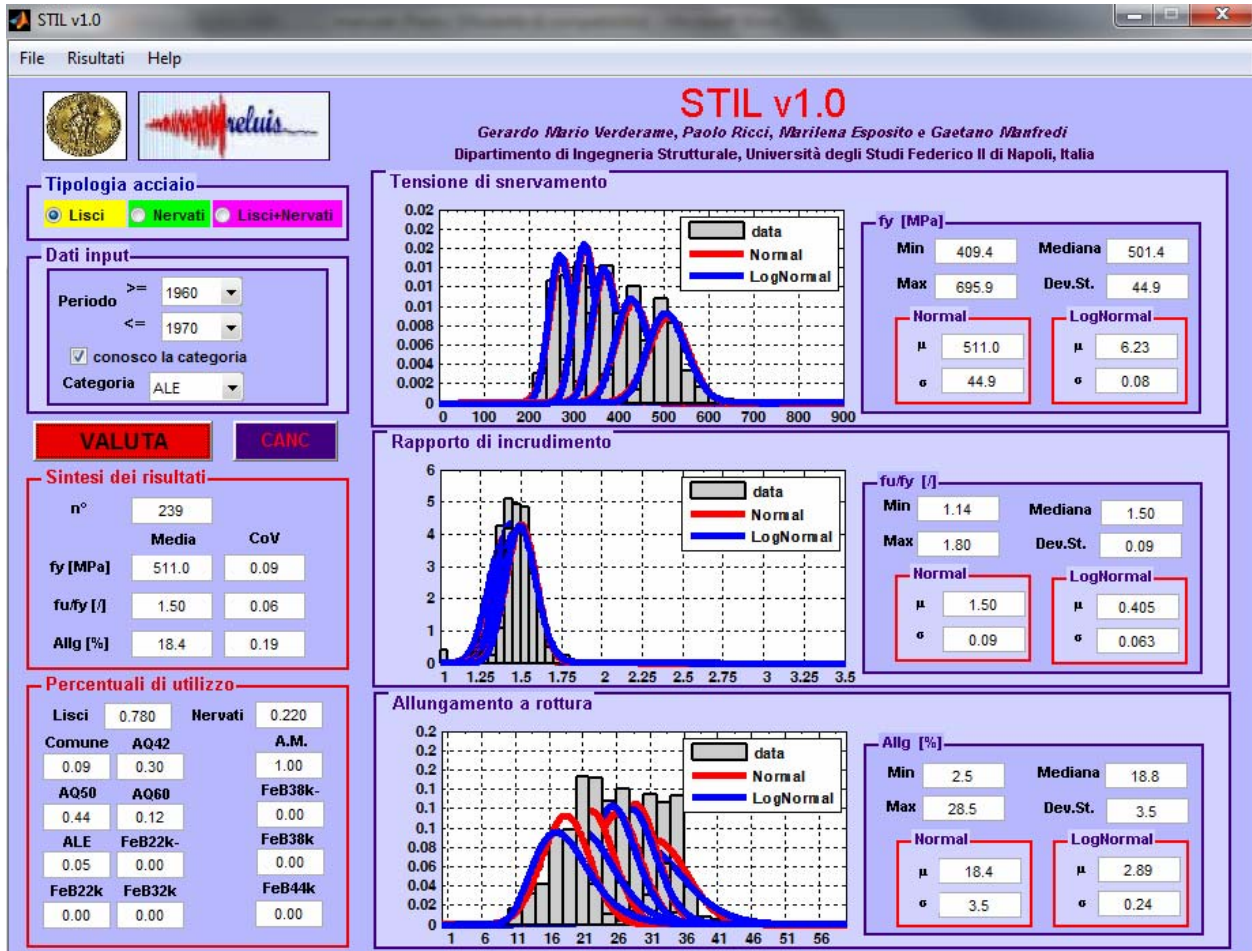


Dal Database degli acciai lisci vengono selezionati 416 records (prove). Si registra una tensione di snervamento media di 273.5MPa caratterizzata da un CoV del 10%, un rapporto di incrudimento medio pari a 1.41 caratterizzato da un CoV del 7% ed un allungamento a rottura medio del 31.8% caratterizzato da un CoV del 14%.

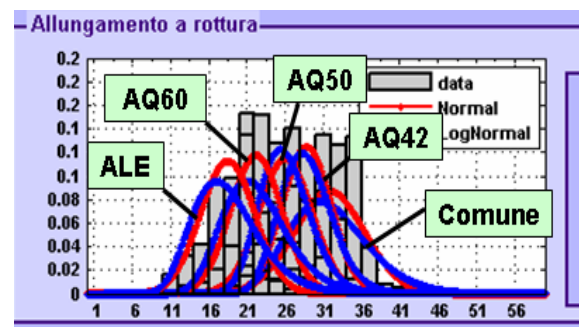
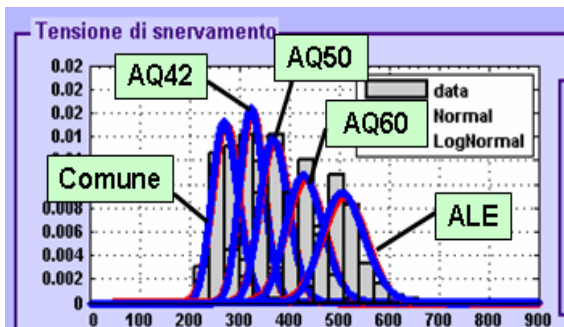
Il riquadro Percentuali d'utilizzo riporta gli stessi risultati dell'esempio 1.1, avendo considerato lo stesso intervallo temporale.

Supponiamo di voler confrontare a fronte dello stesso intervallo temporale l'andamento delle distribuzioni dei parametri meccanici anche per le restanti categorie di acciaio. Ovvero reiteriamo la procedura di selezione scegliendo una per volta le restanti categorie e lanciando l'analisi. Nell'interfaccia grafica di volta in volta tutti i valori numerici verranno aggiornati in

relazione all'ultima analisi lanciata, mentre i risultati grafici di volta in volta verranno visualizzati sovrapposti alle precedenti analisi⁹



In particolare si può infatti osservare che passando da una categoria inferiore ad una superiore la tensione di snervamento ovviamente cresce, ma al contempo la deviazione standard aumenta. L'inverso invece accade in termini di allungamento a rottura. In termini di rapporto di incrudimento si registra un lieve incremento del valore medio ed un coefficiente di variazione pressappoco invariato.



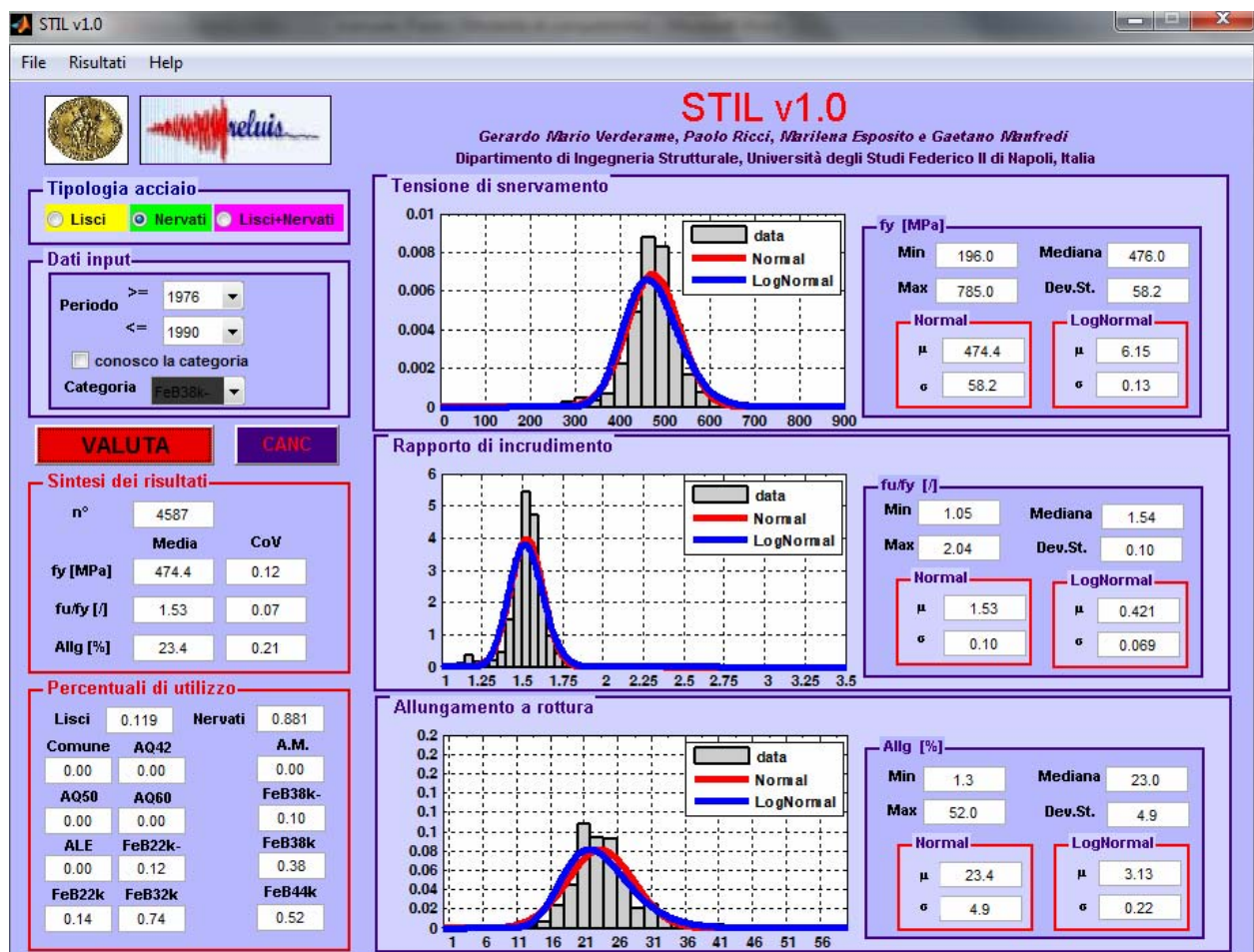
⁹ Se non si clicca sul pulsante "CANC" prima di rieseguire l'analisi i risultati grafici non vengono cancellati.

A questo punto l'utente può premere "CANCL" e ricominciare con una nuova analisi.

6.2.1- Esempio 2.1: Acciai Nervati 1976-1990

Supponiamo che si vogliono selezionare le prove relative a tutti gli acciai nervati nell'intervallo temporale 1976-1990. Supponiamo inoltre che non sia nota la categoria di acciaio.

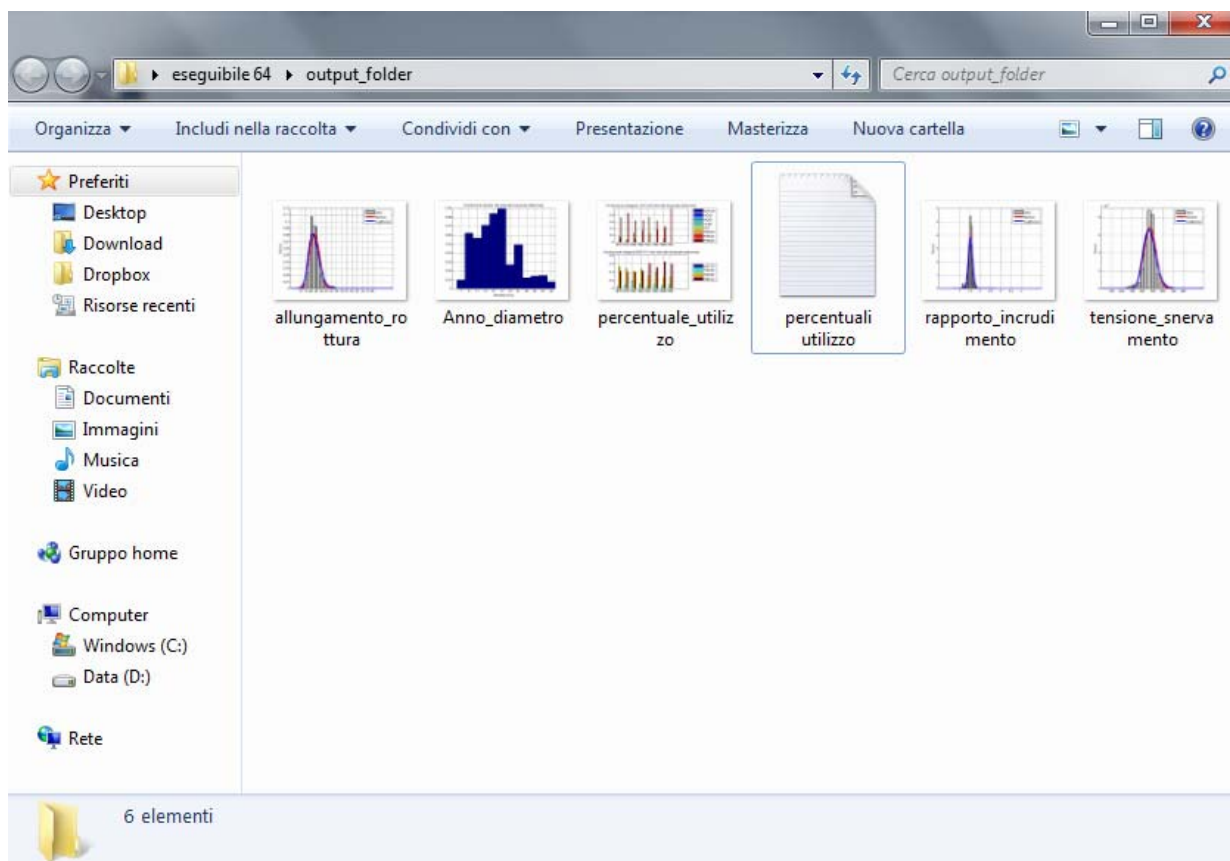
L'utente deve cliccare sulla Checkbox "Nervati" ed indicare nel panel dati di input l'intervallo desiderato lasciando non "spuntato" l'opzione conosco la categoria. A questo punto basta cliccare sulla scritta "VALUTA".



Dal Database degli acciai nervati vengono selezionati 4587 prove. Si registra una tensione di snervamento media di 474.4MPa caratterizzata da un CoV del 12%, un rapporto di incrudimento medio pari a 1.53 caratterizzato da un CoV del 7% ed un allungamento a rottura medio del 23.4% caratterizzato da un CoV del 21%.

In basso è possibile apprendere che nell'intervallo 1976-1990 l'88.1% delle prove è costituito da acciai nervati e solo l'11.9% da acciai lisci¹⁰. Il campione selezionato di acciai nervati è costituito per il 52% da acciai tipo FeB44k, per il 38% da acciaio tipo FeB38k e solo per il 10% da acciai fuori norma FeB38k-. Ovviamente la percentuale di acciaio tipo A.M. è nulla in quanto a tale categoria appartengono solo acciai nervati pre-1972.

Il programma restituisce oltre alla trasposizione grafica delle distribuzioni relativamente ai tre parametri fondamentali caratterizzanti l'acciaio da cemento armato nei limiti imposti dall'utente anche ulteriori parametri statistici che permettono uno studio più accurato delle distribuzioni. Infatti per ciascuna distribuzione fittata sono riportati i parametri fondamentali di definizione delle stesse. Inoltre l'utente dal **menu editor** ⇨ **file** ⇨ **salva risultati** può ottenere in formato grafico e numerico quanto visualizzato in interfaccia. Infatti, in seguito a tale operazione, viene visualizzata la cartella **output_folder** contenete quanto riportato in §4.6.1.

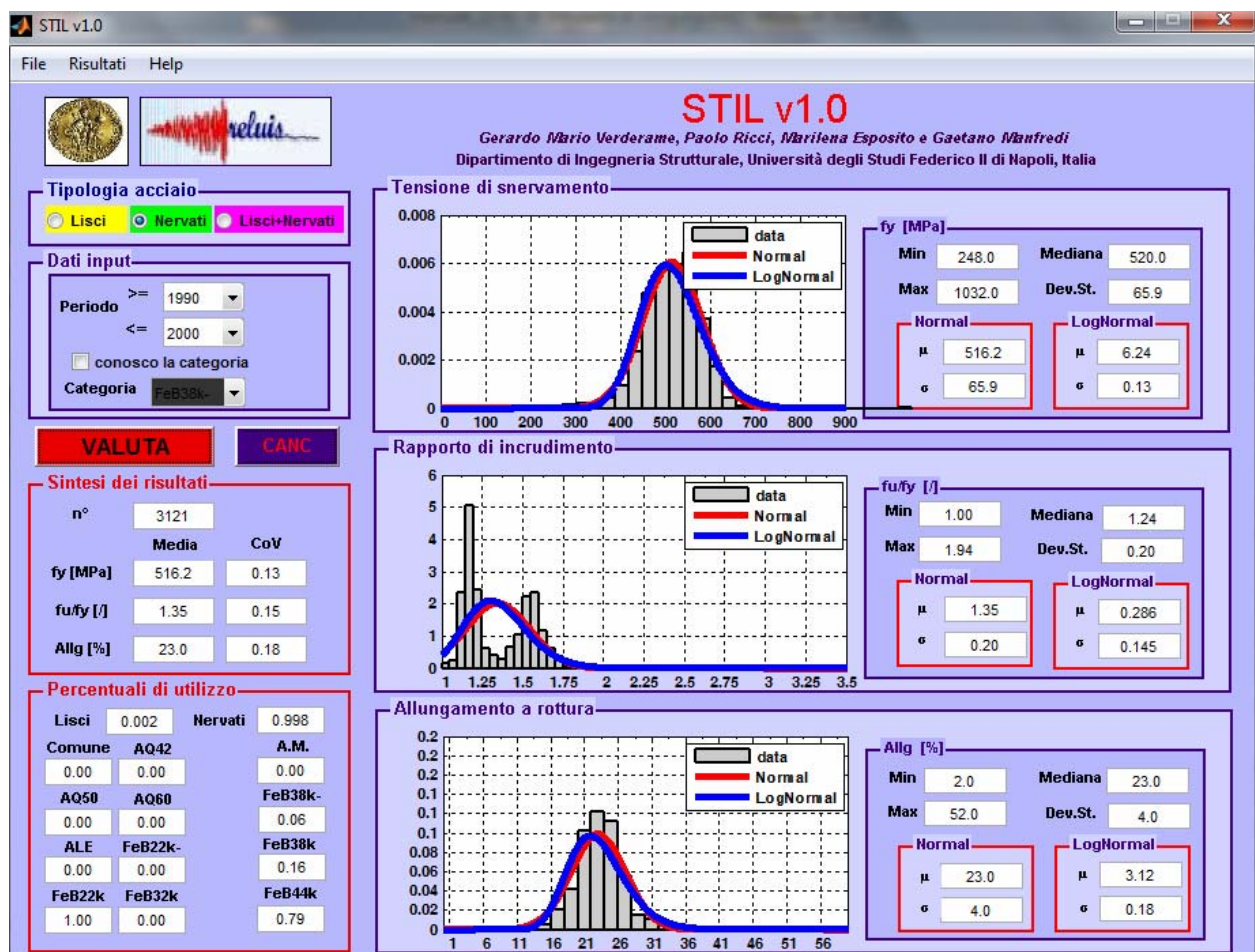


¹⁰ Nell'intervallo temporale scelto 4587 record sono relativi ad acciai nervati e 621 sono relativi ad acciai lisci. Si noti che i valori dei parametri sovrastanti e quelli a destra fanno riferimento al solo campione acciai nervati, avendo precedentemente scelto la tipologia NERVATI

6.2.2- Esempio 2.1: Acciai Nervati 1990-2000

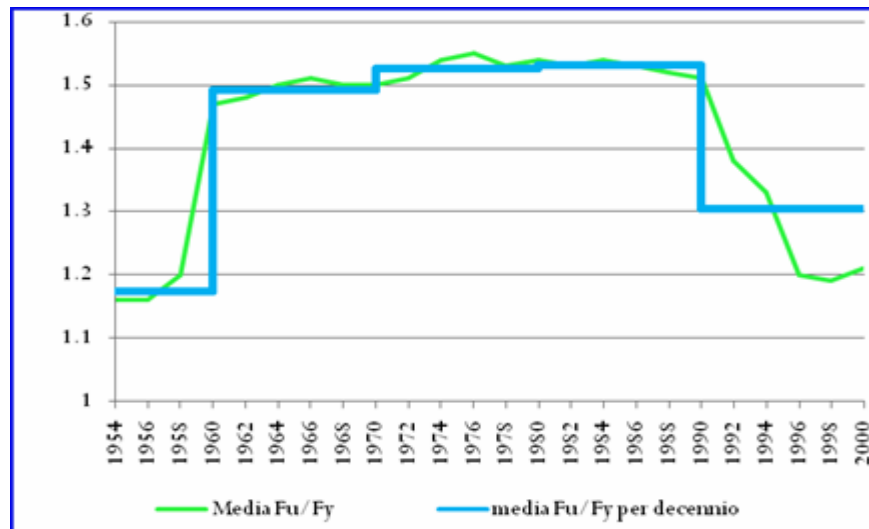
Supponiamo che si vogliono selezionare le prove relative a tutti gli acciai nervati nell'intervallo temporale 1990-2000. Supponiamo inoltre che non sia nota la categoria di acciaio.

L'utente deve cliccare sulla Checkbox "Nervati" ed indicare nel panel dati di input l'intervallo desiderato lasciando non spuntato l'opzione conosco la categoria. A questo punto basta cliccare sulla scritta "VALUTA".

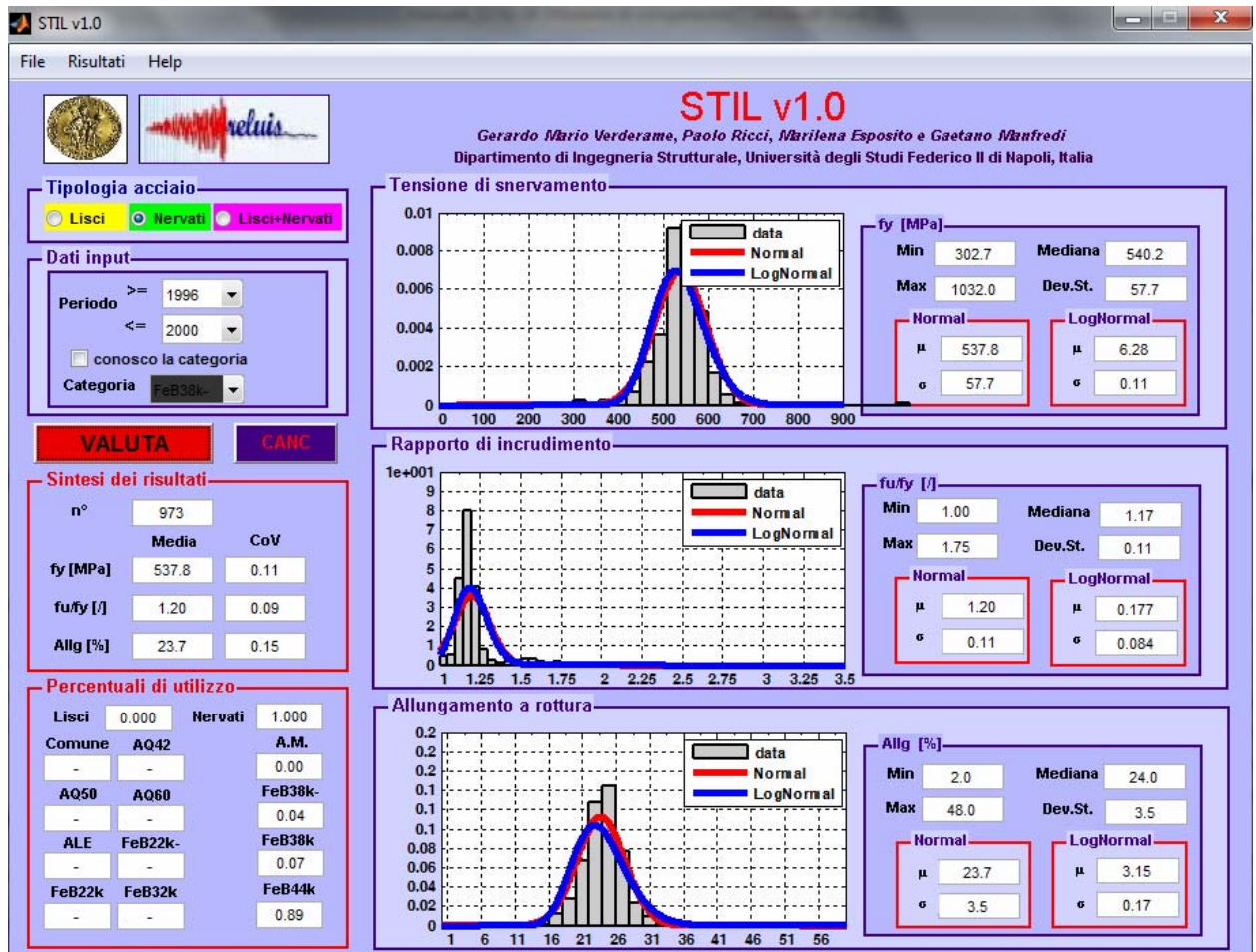


Dal Database degli acciai nervati vengono selezionati 3121 prove. Si registra una tensione di snervamento media di 516.2MPa caratterizzata da un CoV del 13%, un rapporto di incrudimento medio pari a 1.35 caratterizzato da un CoV del 15% ed un allungamento a rottura medio del 23.0% caratterizzato da un CoV del 18%.

Si osserva come la distribuzione di frequenza del rapporto di incrudimento non è ben approssimata né da una distribuzione Normale né da una Log-Normale, e sarebbe invece meglio approssimata da una distribuzione di tipo bimodale. Le cause di tale risultato possono essere ricercate osservando l'andamento temporale del rapporto medio di incrudimento, riportato nella figura successiva:



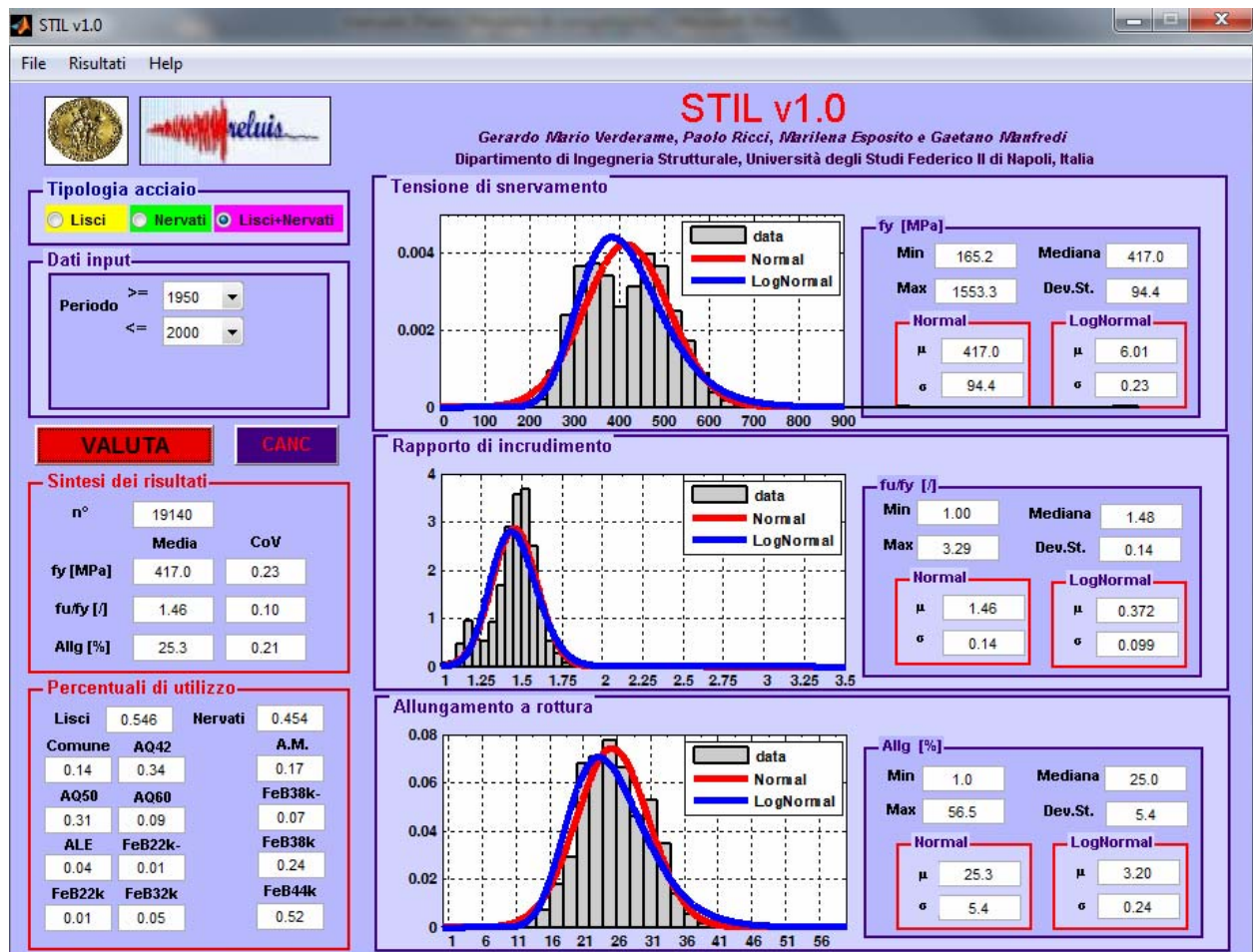
Dal 1990 al 2000 si osserva un costante decremento di tale parametro, che anticipa di fatto quanto attualmente imposto dalle NTC 2008, ed è frutto dell'incremento della tensione di snervamento e della contemporanea diminuzione della tensione ultima. Se si restringe l'intervallo temporale ai soli anni 1996-2000, il rapporto medio di incrudimento risulta centrato intorno ad un valore di 1.20, con un CoV del 9%.



6.3- Esempio 3: Acciai 1950-2000

Supponiamo che si vogliono selezionare le prove relative a tutti gli acciai nell'intervallo temporale 1950-2000.

L'utente deve cliccare sulla Checkbox "Lisci+Nervati" ed indicare nel panel dati di input l'intervallo desiderato. A questo punto basta cliccare sulla scritta "VALUTA".

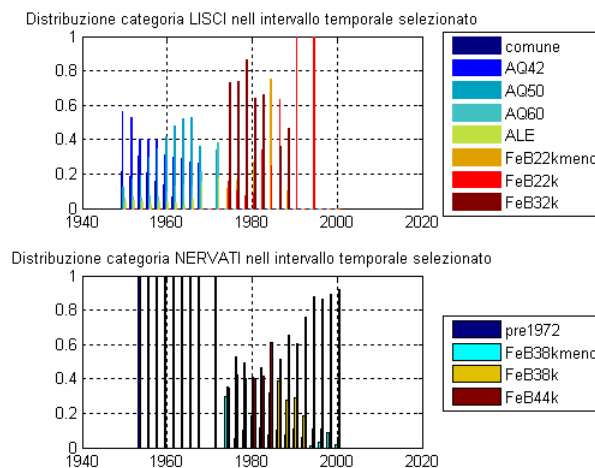


Dal Database completo degli acciai vengono selezionate tutte le prove (#19140). Si registra una tensione di snervamento media di 417.0MPa caratterizzata da un CoV del 23%, un rapporto di incrudimento medio pari a 1.46 caratterizzato da un CoV del 10% ed un allungamento a rottura medio del 25.3% caratterizzato da un CoV del 21%.

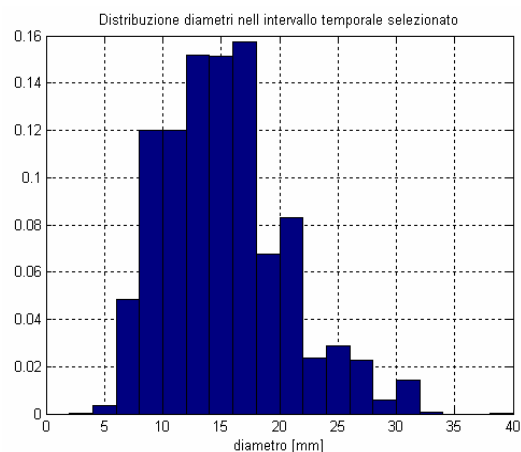
In basso è possibile apprendere che nell'intero cinquantennio il 54,6% delle prove è costituito da acciai lisci ed il 45,4% da acciai nervati, ovvero rispettivamente 10.448 e 8.692 prove. Inoltre per gli acciai lisci il 34% delle prove è costituito da acciai AQ42, il 31% da acciai AQ50, il 9% da acciai AQ60, il 14% e 4% da acciai fuori norma Comune e ALE rispettivamente, il 5% da acciai FeB32k e l'1% da acciai FeB22k ed FeB22k-. A rigor di logica tali percentuali dovrebbero essere valutate nell'effettivo intervallo temporale di appartenenza. Infatti la maggiore quantità di prove del primo trentennio rispetto alla numerosità delle stesse nell'ultimo ventennio, in questo caso, altera l'effettivo utilizzo delle differenti categorie di acciaio. Non bisogna dimenticare che è stato considerato un intervallo temporale di cinquanta anni. Delle 8.692 prove relative all'acciaio nervato, nell'intero cinquantennio, il 52% delle prove è costituito da acciaio FeB44k, il 24% da acciaio FeB38k ed il 7% da acciaio fuori norma FeB38k-, solo il 17% da

acciaio A.M.. Ancora una volta occorre ricordare che l'acciaio A.M. fa riferimento esclusivamente all'intervallo temporale 1950-1972.

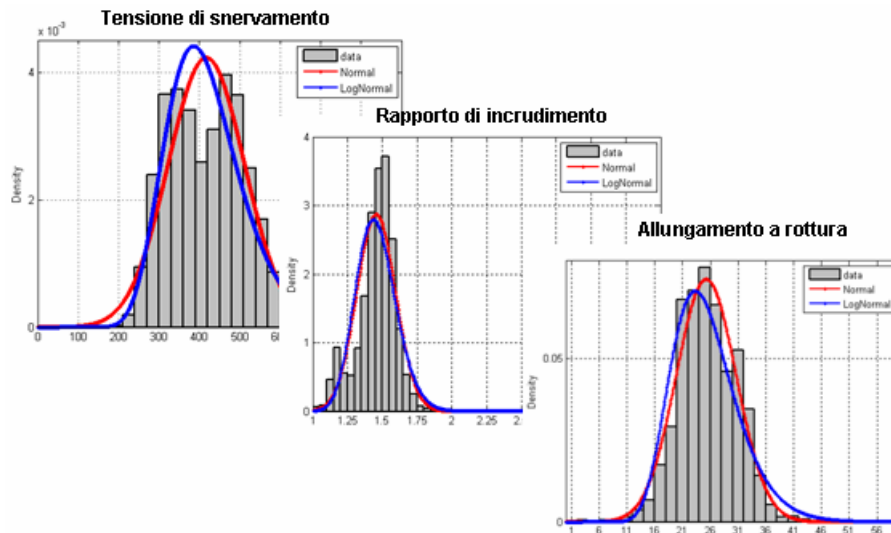
Per quanto osservato nell'ultimo capoverso, soprattutto per intervalli temporali ampi o che comprendano il 1972 ("anno normativo di spartiacque") è sempre bene osservare la distribuzione delle percentuali d'utilizzo anno per anno. L'utente deve dal **menu editor** ⇨ **Risultati** ⇨ **percentuale di utilizzo**.



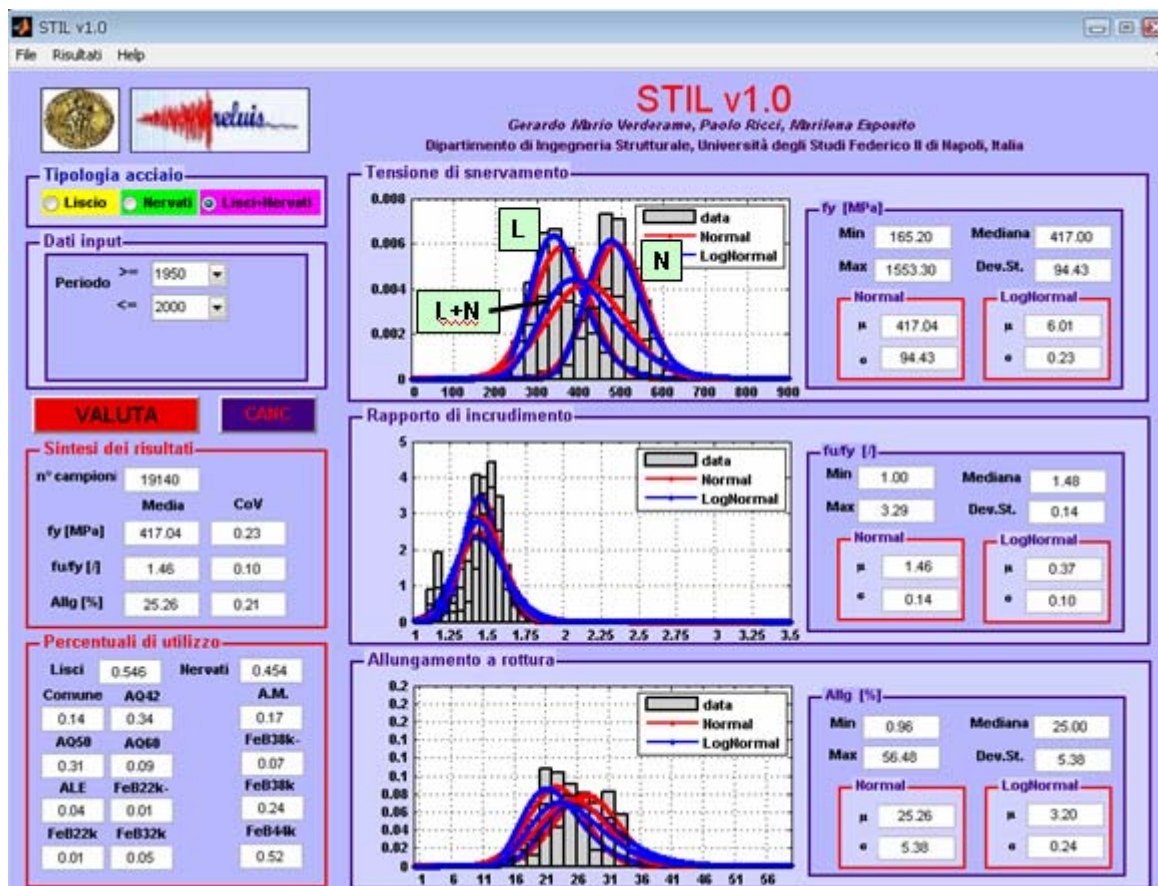
Per visualizzare il diametri maggiormente impiegati, o comunque la loro distribuzione **menu editor** ⇨ **Risultati** ⇨ **percentuale di utilizzo**



Per visualizzare meglio le distribuzioni dei parametri caratterizzanti gli acciai nell'intervallo selezionato **menu editor** ⇨ **Risultati** ⇨ **tensione di snervamento**
menu editor ⇨ **Risultati** ⇨ **rapporto di incrudimento**
menu editor ⇨ **Risultati** ⇨ **allungamento a rottura**



A questo punto risulta interessante confrontare la distribuzione ottenuta per l'intera popolazione con i campioni Lisci (10.448) e Nervati (8.692). Pertanto senza premere sul pulsante "CANC" o variare l'intervallo temporale si rieffettua l'analisi spuntando nel panel tipologia di acciaio prima "Lisci" \Rightarrow "Valuta", di modo da visualizzare insieme alla precedente selezione quella relativa al solo campione di acciai lisci, e poi "Nervati" \Rightarrow "Valuta", di modo da visualizzare le tre distribuzioni a confronto:



Bibliografia

- Appendice-1 *Classificazione degli acciai da cemento armato- Evoluzione normativa*
- Appendice 2- *Controlli sugli acciai secondo il D.M. del 1974 ed il D.M. del 1996.*
- Ricci P., 2010. *Seismic vulnerability of existing RC buildings*. Tesi di dottorato, Università degli Studi di Napoli Federico II.
- Verderame G.M., Stella A., Cosenza E., 2001. *Le proprietà meccaniche degli acciai impiegati nelle strutture in c.a. realizzate negli anni '60*. Atti del X congresso nazionale ANIDIS "L'ingegneria Sismica in Italia", Potenza-Matera, 9-13 Settembre.
- Verderame G.M., Ricci P., Esposito M., Sansiviero F.C., 2011. *Le caratteristiche meccaniche degli acciai impiegati nelle strutture in c.a. realizzate dal 1950 al 1980*. Atti del XXVI Convegno Nazionale AICAP "Le prospettive di sviluppo delle opere in calcestruzzo strutturale nel terzo millennio", Padova, 19-21 Maggio. Paper 54.