

**REGIONE ABRUZZO – Giunta Regionale
Direzione LL.PP. e Protezione civile
Servizio “Previsione e Prevenzione dei Rischi”**



ASL n.5 di Pescara



**“VERIFICHE TECNICHE DEI LIVELLI DI SICUREZZA SISMICA DI EDIFICI
PUBBLICI ED OPERE INFRASTRUTTURALI AI SENSI DELLA OPCM
3362/2004”**

**VALUTAZIONE DELLA VULNERABILITA' SISMICA
DELL'OSPEDALE CIVILE “SPIRITO SANTO” DI PESCARA”**

**Relazione tecnica di sintesi e commento
sulla caratterizzazione dei materiali**

Roma, MAGGIO 2011

Raggruppamento temporaneo:



+

Prof. Ing. Piero D'Asdia

Responsabile scientifico:

Prof. Ing. Marco Petrangeli

Responsabile commessa:

Ing. Gaetano Usai

Geologia e geotecnica:

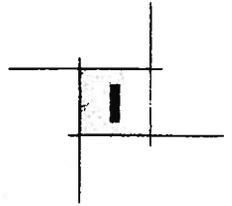
Dott. Ing. Geol. Massimo Pierantonio



C. R. T. A.

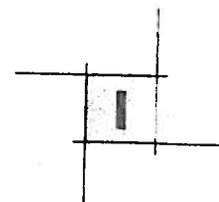
SEZIONE LAVORI PUBBLICI





INDICE

1. Premessa	5
2. Introduzione	6
3. Descrizione dei fabbricati	6
3.1. L’evoluzione costruttiva	6
3.2. Le caratteristiche strutturali	9
3.3. La destinazione d’uso e i rilievi svolti	9
3.4. I livelli di conoscenza acquisiti e i fattori di conoscenza (FC) impiegati	21
4. Descrizione delle prove effettuate	22
4.1. Caratterizzazione meccanica del calcestruzzo	22
4.2. Caratterizzazione dell’armatura in barre	25
4.3. Stato di conservazione dei materiali	27
4.4. Rilievo dei giunti	28

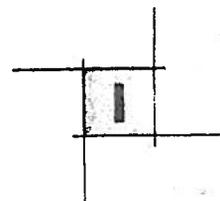


INDICE FIGURE

<i>Fig. 3.1 – Vista aerea dell’ospedale Spirito Santo di Pescara</i>	7
<i>Fig. 3.2 – 1° Lotto edificato - Ospedale Civile Spirito Santo di Pescara (Tratto dalla Relazione di collaudo del 1976)</i>	7
<i>Fig. 3.3 – 2° Lotto edificato - Ospedale Civile Spirito Santo di Pescara</i>	8
<i>Fig. 4.1 – Resistenze medie per edificio</i>	23
<i>Fig. 4.2 – Influenza del rapporto a/c sulla resistenza del calcestruzzo</i>	28

INDICE TABELLE

<i>Tabella 3-1 – Rilievi effettuati sulle strutture dell’edificio “C”</i>	10
<i>Tabella 3-2 – Rilievi effettuati sulle strutture dell’edificio “D”</i>	11
<i>Tabella 3-3 – Rilievi effettuati sulle strutture dell’edificio “E”</i>	12
<i>Tabella 3-4 – Rilievi effettuati sulle strutture dell’edificio “A”</i>	13
<i>Tabella 3-5 – Rilievi effettuati sulle strutture dell’edificio “B”</i>	14
<i>Tabella 3-6 – Rilievi effettuati sulle strutture dell’edificio “F”</i>	15
<i>Tabella 3-7 – Rilievi effettuati sulle strutture dell’ala Est</i>	16
<i>Tabella 3-8 – Rilievi effettuati sulle strutture dell’ala Nord</i>	18
<i>Tabella 3-9 – Rilievi effettuati sulle strutture dell’edificio “T”</i>	19
<i>Tabella 3-10 – Rilievi effettuati sulle strutture dell’edificio Sud-Est</i>	20
<i>Tabella 3-11 – Livelli di conoscenza e fattori di confidenza</i>	21
<i>Tabella 4-1 – Riepilogo resistenze delle prove sperimentali</i>	23
<i>Tabella 4-2 – Riepilogo resistenze delle prove sperimentali per corpo di fabbrica</i>	23
<i>Tabella 4-4 – Profondità di carbonatazione nel calcestruzzo</i>	27



I. Premessa

Il presente documento costituisce una revisione della relazione di Fase I “Relazione tecnica di sintesi e commento sulla caratterizzazione dei materiali” emessa nel Marzo 2010.

Le modifiche apportate riguardano sostanzialmente la sintesi e il commento dei risultati ottenuti dalla seconda campagna di indagini effettuata presso il complesso ospedaliero “Spirito Santo” di Pescara nei giorni dal 28/02/2011 al 02/03/2011, recependo le richieste del Tavolo Tecnico Consultivo (TTC) formulate in data 16 febbraio 2011.

In particolar sono stati aggiornati i seguenti capitoli/paragrafi:

Cap. 2: Introduzione

Integrazioni e/o modifiche p. 6

Cap. 3: Descrizione dei fabbricati

Par. 3.3: La destinazione d'uso ed i rilievi svolti

Integrazioni e/o modifiche p. 9

Aggiornamento delle tabelle riepilogative delle indagini svolte per edificio (pp. 9-20)

Par. 3.4: I livelli di conoscenza acquisiti e i fattori di conoscenza (FC) impiegati

Integrazioni e/o modifiche p. 18 e tabella 3-11 p.19

Cap. 4: Descrizione delle prove effettuate

Par. 4.1: Caratterizzazione meccanica del calcestruzzo

Integrazioni e/o modifiche delle pp. 23-26

Modifiche nella tabella 4.1 “Riepilogo valori delle prove sperimentali per corpo di fabbrica” (p. 24)

Modifiche nella tabella 4.2 “Riepilogo valori delle prove sperimentali” (p. 23)

Aggiunta della figura 4.1 “Resistenze medie per edificio” (p. 24)

Aggiunta del sottoparagrafo 4.4.1 “Confronto dati sperimentali tra le due campagne di indagini” (pp.25-26)

Par. 4.3: Stato di conservazione dei materiali

Integrazioni nella tabella 4.3, relativa alla “Profondità di carbonatazione del calcestruzzo” (p. 28)

RILIEVI EFFETTUATI SULL'EDIFICIO C				
Zona	Piano	Ala	Rilevo effettuato	Elemento
59	Terra	Ovest	Schiacciamento su carota	Trave
59	Terra	Ovest	Rilievo barre con pacometro	Trave
59	Terra	Ovest	Valutazione carbonatazione	Trave
74	Terra	Centrale	Rilievo barre con pacometro	Trave
75	Terra	Centrale	Rilievo barre con pacometro	Trave
5	Primo	Centrale	Valutazione cls con SonReb	Pilastro
5	Primo	Centrale	Schiacciamento su carota	Pilastro
5	Primo	Centrale	Valutazione carbonatazione	Pilastro
5	Primo	Centrale	Caratteristiche barre armatura	Pilastro
5	Primo	Centrale	Rilievo barre con pacometro	Pilastro
67	Quarto	Centrale	Rilievo barre con pacometro	Trave
68	Quarto	Centrale	Rilievo barre con pacometro	Trave
69	Quarto	Centrale	Rilievo barre con pacometro	Trave
34	Quinto	Centrale	Valutazione cls con SonReb	Pilastro
34	Quinto	Centrale	Schiacciamento su carota	Pilastro
34	Quinto	Centrale	Valutazione carbonatazione	Pilastro
34	Quinto	Centrale	Caratteristiche barre armatura	Pilastro
34	Quinto	Centrale	Rilievo barre con pacometro	Pilastro
51	Settimo	Centrale	Valutazione cls con SonReb	Pilastro
51	Settimo	Centrale	Schiacciamento su carota	Pilastro
51	Settimo	Centrale	Valutazione carbonatazione	Pilastro
51	Settimo	Centrale	Caratteristiche barre armatura	Pilastro
51	Settimo	Centrale	Rilievo barre con pacometro	Pilastro
62	Nono	Centrale	Valutazione cls con SonReb	Pilastro
62	Nono	Centrale	Rilievo barre con pacometro	Pilastro
63	Nono	Centrale	Valutazione cls con SonReb	Pilastro
63	Nono	Centrale	Rilievo barre con pacometro	Pilastro
64	Nono	Centrale	Valutazione cls con SonReb	Pilastro
64	Nono	Centrale	Rilievo barre con pacometro	Pilastro

Tabella 3-1 – Rilievi effettuati sulle strutture dell'edificio "C"

3.3.2. Corpo "D"

Si tratta del corpo interno facente parte dell'ala Ovest della croce, giuntato con il corpo centrale e con il corpo "E". Al suo interno ed ai vari piani sono attualmente ubicati i vari reparti di degenza delle diverse specialità mediche dell'ospedale.

La costruzione di questo blocco fa parte del primo stralcio funzionale costruito entro il 1976. Gli elaborati originali di progetto recuperati dagli uffici del Genio Civile di Pescara descrivono esaurientemente carpenterie e armature di travi, pilastri e solai. Sono anche disponibili le piante architettoniche aggiornate di tutti i livelli.

L'accessibilità ai locali per la realizzazione della campagna di indagini è stata limitata agli ambienti di servizio. Sono stati quindi effettuati i rilievi riportati nella tabella seguente:

RILIEVI EFFETTUATI SULL'EDIFICIO D				
Zona	Piano	Ala	Rilevo effettuato	Elemento
C03	Seminterrato	Ovest	Schiacciamento su carota	Pilastro
C03	Seminterrato	Ovest	Valutazione carbonatazione	Pilastro
C03	Seminterrato	Ovest	Valutazione cls con SonReb	Pilastro
6	Primo	Ovest	Valutazione cls con SonReb	Pilastro
6	Primo	Ovest	Schiacciamento su carota	Pilastro
6	Primo	Ovest	Valutazione carbonatazione	Pilastro
6	Primo	Ovest	Rilievo barre con pacometro	Pilastro
9	Secondo	Ovest	Valutazione cls con SonReb	Pilastro
9	Secondo	Ovest	Rilievo barre con pacometro	Pilastro
10	Secondo	Ovest	Valutazione cls con SonReb	Pilastro
10	Secondo	Ovest	Schiacciamento su carota	Pilastro
10	Secondo	Ovest	Valutazione carbonatazione	Pilastro
10	Secondo	Ovest	Caratteristiche barre armatura	Pilastro
10	Secondo	Ovest	Rilievo barre con pacometro	Pilastro
19	Terzo	Ovest	Valutazione cls con SonReb	Pilastro
19	Terzo	Ovest	Rilievo barre con pacometro	Pilastro
20	Terzo	Ovest	Rilievo barre con pacometro	Pilastro
20	Terzo	Ovest	Valutazione cls con SonReb	Pilastro
35	Quinto	Ovest	Rilievo barre con pacometro	Pilastro
C23	Sesto	Ovest	Schiacciamento su carota	Pilastro
C23	Sesto	Ovest	Valutazione carbonatazione	Pilastro
C23	Sesto	Ovest	Valutazione cls con SonReb	Pilastro
39	Sesto	Ovest	Rilievo barre con pacometro	Pilastro
40	Sesto	Ovest	Rilievo barre con pacometro	Pilastro
40	Sesto	Ovest	Valutazione cls con SonReb	Pilastro
45	Settimo	Ovest	Valutazione cls con SonReb	Pilastro
45	Settimo	Ovest	Rilievo barre con pacometro	Pilastro
72	Settimo	Ovest	Rilievo barre con pacometro	Trave
65	Ottavo	Ovest	Rilievo barre con pacometro	Pilastro
65	Ottavo	Ovest	Valutazione cls con SonReb	Pilastro
66	Ottavo	Ovest	Valutazione cls con SonReb	Pilastro
66	Ottavo	Ovest	Rilievo barre con pacometro	Pilastro

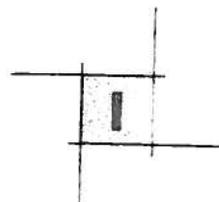
Tabella 3-2 – Rilievi effettuati sulle strutture dell'edificio "D"

3.3.3. Corpo "E"

Si tratta del corpo esterno facente parte dell'ala Ovest della croce giuntato con il corpo "D". Al suo interno ed ai vari piani sono attualmente ubicati i vari reparti di degenza delle diverse specialità mediche dell'ospedale.

La costruzione di questo blocco fa parte del primo stralcio funzionale costruito entro il 1976. Gli elaborati originali di progetto recuperati dagli uffici del Genio Civile di Pescara descrivono esaurientemente carpenterie e armature di travi, pilastri e solai. Sono anche disponibili le piante architettoniche aggiornate di tutti i livelli.

L'accessibilità ai locali per la realizzazione della campagna di indagini è stata limitata agli ambienti di servizio. Sono stati quindi effettuati i rilievi riportati nella tabella seguente:



RILIEVI EFFETTUATI SULL'EDIFICIO E				
Zona	Piano	Ala	Rilevo effettuato	Elemento
C02	Seminterrato	Ovest	Schiacciamento su carota	Pilastro
C02	Seminterrato	Ovest	Valutazione carbonatazione	Pilastro
C02	Seminterrato	Ovest	Valutazione cls con SonReb	Pilastro
7	Primo	Ovest	Rilievo barre con pacometro	Pilastro
7	Primo	Ovest	Valutazione cls con SonReb	Pilastro
C32	Primo	Ovest	Schiacciamento su carota	Pilastro
C32	Primo	Ovest	Valutazione carbonatazione	Pilastro
C32	Primo	Ovest	Valutazione cls con SonReb	Pilastro
11	Secondo	Ovest	Rilievo barre con pacometro	Trave
11	Secondo	Ovest	Valutazione cls con SonReb	Pilastro
C11	Secondo	Ovest	Schiacciamento su carota	Pilastro
C11	Secondo	Ovest	Valutazione carbonatazione	Pilastro
C11	Secondo	Ovest	Valutazione cls con SonReb	Pilastro
C15	Terzo	Ovest	Schiacciamento su carota	Pilastro
C15	Terzo	Ovest	Valutazione carbonatazione	Pilastro
C15	Terzo	Ovest	Valutazione cls con SonReb	Pilastro
46	Settimo	Ovest	Valutazione cls con SonReb	Pilastro
46	Settimo	Ovest	Rilievo barre con pacometro	Pilastro

Tabella 3-3 – Rilievi effettuati sulle strutture dell'edificio "E"

3.3.4. Corpo "A"

Si tratta del corpo esterno facente parte dell'ala Sud della croce giuntato con il corpo "B". Al suo interno ed ai vari piani sono attualmente ubicati i vari reparti di degenza delle diverse specialità mediche dell'ospedale. La costruzione di questo blocco fa parte del primo stralcio funzionale costruito entro il 1976. Non è stato possibile recuperare gli elaborati originali di progetto anche se, si presume, che le caratteristiche strutturali di tale corpo di fabbrica siano identiche a quelle del corpo "E". Sono comunque disponibili le piante architettoniche aggiornate di tutti i livelli che tendono a confermare quanto appena detto sulla corrispondenza tra i corpi "A" ed "E". L'accessibilità ai locali per la realizzazione della campagna di indagini è stata limitata agli ambienti di servizio. Sono stati quindi effettuati i rilievi riportati nella tabella seguente:

RILIEVI EFFETTUATI SULL'EDIFICIO "A"				
Zona	Piano	Ala	Rilevo effettuato	Elemento
C07	Terra	Sud	Schiacciamento su carota	Pilastro
C07	Terra	Sud	Valutazione carbonatazione	Pilastro
C07	Terra	Sud	Valutazione cls con SonReb	Pilastro
14	Secondo	Sud	Valutazione cls con SonReb	Trave
14	Secondo	Sud	Rilievo barre con pacometro	Trave
17	Terzo	Sud	Valutazione cls con SonReb	Pilastro
17	Terzo	Sud	Schiacciamento su carota	Pilastro
17	Terzo	Sud	Valutazione carbonatazione	Pilastro
17	Terzo	Sud	Rilievo barre con pacometro	Pilastro
29	Quarto	Sud	Valutazione cls con SonReb	Pilastro
29	Quarto	Sud	Rilievo barre con pacometro	Trave
C18	Quarto	Sud	Schiacciamento su carota	Pilastro
C18	Quarto	Sud	Valutazione carbonatazione	Pilastro
C18	Quarto	Sud	Valutazione cls con SonReb	Pilastro
42	Sesto	Sud	Valutazione cls con SonReb	Trave
42	Sesto	Sud	Rilievo barre con pacometro	Trave
C25	Sesto	Sud	Schiacciamento su carota	Pilastro
C25	Sesto	Sud	Valutazione carbonatazione	Pilastro
C25	Sesto	Sud	Caratteristiche barre armatura	Pilastro
S4	Sesto	Sud	Valutazione cls con SonReb	Pilastro
48	Settimo	Sud	Valutazione cls con SonReb	Pilastro
48	Settimo	Sud	Rilievo barre con pacometro	Pilastro
56	Ottavo	Sud	Valutazione cls con SonReb	Pilastro
56	Ottavo	Sud	Rilievo barre con pacometro	Pilastro

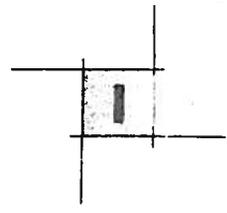
Tabella 3-4 - Rilievi effettuati sulle strutture dell'edificio "A"

3.3.5. Corpo "B"

Si tratta del corpo interno facente parte dell'ala Sud della croce giuntato con il corpo "A" e con il corpo "C". Al suo interno ed ai vari piani sono attualmente ubicati i vari reparti di degenza delle diverse specialità mediche dell'ospedale.

La costruzione di questo blocco fa parte del primo stralcio funzionale costruito entro il 1976. Non è stato possibile recuperare gli elaborati originali di progetto anche se, si presume, che le caratteristiche strutturali di tale corpo di fabbrica siano identiche a quelle del corpo "D". Sono comunque disponibili le piante architettoniche aggiornate di tutti i livelli che tendono a confermare quanto appena detto sulla corrispondenza tra i corpi "B" ed "D".

L'accessibilità ai locali per la realizzazione della campagna di indagini è stata limitata agli ambienti di servizio. Sono stati quindi effettuati i rilievi riportati nella tabella seguente:



RILIEVI EFFETTUATI SULL'EDIFICIO B				
Zona	Piano	Ala	Rilevo effettuato	Elemento
8	Primo	Sud	Valutazione cls con SonReb	Trave
8	Primo	Sud	Rilievo barre con pacometro	Trave
13	Secondo	Sud	Valutazione cls con SonReb	Pilastro
13	Secondo	Sud	Schiacciamento su carota	Pilastro
13	Secondo	Sud	Valutazione carbonatazione	Pilastro
13	Secondo	Sud	Rilievo barre con pacometro	Pilastro
C09	Secondo	Sud	Schiacciamento su carota	Pilastro
C09	Secondo	Sud	Valutazione carbonatazione	Pilastro
C09	Secondo	Sud	Valutazione cls con SonReb	Pilastro
18	Terzo	Sud	Valutazione cls con SonReb	Pilastro
18	Terzo	Sud	Rilievo barre con pacometro	Trave
28	Quarto	Sud	Valutazione cls con SonReb	Trave
28	Quarto	Sud	Rilievo barre con pacometro	Trave
38	Quinto	Sud	Valutazione cls con SonReb	Pilastro
38	Quinto	Sud	Schiacciamento su carota	Pilastro
38	Quinto	Sud	Valutazione carbonatazione	Pilastro
38	Quinto	Sud	Rilievo barre con pacometro	Pilastro
41	Sesto	Sud	Rilievo barre con pacometro	Pilastro
47	Settimo	Sud	Valutazione cls con SonReb	Pilastro
47	Settimo	Sud	Rilievo barre con pacometro	Pilastro
55	Settimo	Sud	Valutazione cls con SonReb	Pilastro
55	Settimo	Sud	Rilievo barre con pacometro	Pilastro
C26	Settimo	Sud	Schiacciamento su carota	Pilastro
C26	Settimo	Sud	Valutazione carbonatazione	Pilastro
C26	Settimo	Sud	Valutazione cls con SonReb	Pilastro

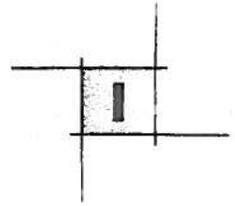
Tabella 3-5 – Rilievi effettuati sulle strutture dell'edificio "B"

3.3.6. Corpo "F"

Si tratta del corpo interno facente parte dell'ala Est della croce giuntato con il corpo "C" e con il corpo esterno. Al suo interno ed ai vari piani sono attualmente ubicati i vari reparti di degenza delle diverse specialità mediche dell'ospedale.

La costruzione di questo blocco fa parte del primo stralcio funzionale costruito entro il 1976. Gli elaborati originali di progetto recuperati dagli uffici del Genio Civile di Pescara descrivono esaurientemente carpenterie e armature di travi, pilastri e solai. Sono anche disponibili le piante architettoniche aggiornate di tutti i livelli.

L'accessibilità ai locali per la realizzazione della campagna di indagini è stata limitata agli ambienti di servizio. Sono stati quindi effettuati i rilievi riportati nella tabella seguente:



RILIEVI EFFETTUATI SULL'EDIFICIO F				
Zona	Piano	Ala	Rilevo effettuato	Elemento
C04	Terra	Est	Schiacciamento su carota	Pilastro
C04	Terra	Est	Valutazione carbonatazione	Pilastro
C04	Terra	Est	Valutazione cls con SonReb	Pilastro
S2	Terra	Est	Valutazione cls con SonReb	Pilastro
1	Primo	Est	Valutazione cls con SonReb	Pilastro
1	Primo	Est	Rilievo barre con pacometro	Pilastro
C19	Secondo	Est	Schiacciamento su carota	Pilastro
C19	Secondo	Est	Valutazione carbonatazione	Pilastro
C19	Secondo	Est	Valutazione cls con SonReb	Pilastro
22	Terzo	Est	Valutazione cls con SonReb	Pilastro
22	Terzo	Est	Schiacciamento su carota	Pilastro
22	Terzo	Est	Valutazione carbonatazione	Pilastro
22	Terzo	Est	Caratteristiche barre armatura	Pilastro
22	Terzo	Est	Rilievo barre con pacometro	Pilastro
36	Quinto	Est	Valutazione cls con SonReb	Pilastro
36	Quinto	Est	Rilievo barre con pacometro	Pilastro
C30	Ottavo	Est	Schiacciamento su carota	Pilastro
C30	Ottavo	Est	Valutazione carbonatazione	Pilastro
C30	Ottavo	Est	Valutazione cls con SonReb	Pilastro

Tabella 3-6 – Rilievi effettuati sulle strutture dell'edificio "F"

3.3.7. Corpi esterni dell'ala Est

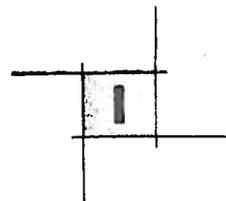
Si tratta di due blocchi esterni facenti parte dell'ala Est della croce, uno dei quali è giuntato con il corpo "F". Al suo interno ed ai vari piani sono attualmente ubicati i vari reparti di degenza delle diverse specialità mediche dell'ospedale.

La costruzione di questi blocchi fa parte del secondo stralcio funzionale costruito entro gli anni '90. Non è stato possibile recuperare gli elaborati originali di progetto anche se, si presume, che le caratteristiche strutturali di tale corpo di fabbrica siano simili a quelle dei corpi delle altre ali. Quest'ala differisce comunque dall'Ovest e dalla Sud in quanto è presente un giunto in più; risulta infatti diversa la posizione dei giunti tra i blocchi della stessa ala anche se, complessivamente, l'ala stessa presenta un'organizzazione in pianta identica alle altre. Sono comunque disponibili le piante architettoniche aggiornate di tutti i livelli.

L'accessibilità ai locali per la realizzazione della campagna di indagini è stata limitata agli ambienti di servizio. Sono stati quindi effettuati i rilievi riportati nella tabella seguente:

RILIEVI EFFETTUATI SULL'ALA EST				
Zona	Piano	Ala	Rilevo effettuato	Elemento
2	Primo	Est - AE1	Valutazione cls con SonReb	Pilastro
2	Primo	Est - AE1	Rilievo barre con pacometro	Pilastro
3	Primo	Est - AE1	Valutazione cls con SonReb	Pilastro
3	Primo	Est - AE1	Rilievo barre con pacometro	Pilastro
15	Secondo	Est - AE1	Valutazione cls con SonReb	Pilastro
15	Secondo	Est - AE1	Rilievo barre con pacometro	Pilastro
16	Secondo	Est - AE1	Valutazione cls con SonReb	Pilastro
16	Secondo	Est - AE1	Rilievo barre con pacometro	Pilastro
21	Terzo	Est - AE2	Valutazione cls con SonReb	Pilastro
21	Terzo	Est - AE2	Rilievo barre con pacometro	Pilastro
C14	Terzo	Est - AE1	Schiacciamento su carota	Pilastro
C14	Terzo	Est - AE1	Valutazione carbonatazione	Pilastro
C14	Terzo	Est - AE1	Valutazione cls con SonReb	Pilastro
25	Quarto	Est - AE1	Valutazione cls con SonReb	Pilastro
25	Quarto	Est - AE1	Rilievo barre con pacometro	Pilastro
26	Quarto	Est - AE2	Valutazione cls con SonReb	Pilastro
26	Quarto	Est - AE2	Rilievo barre con pacometro	Pilastro
27	Quarto	Est - AE2	Valutazione cls con SonReb	Pilastro
27	Quarto	Est - AE2	Schiacciamento su carota	Pilastro
27	Quarto	Est - AE2	Valutazione carbonatazione	Pilastro
27	Quarto	Est - AE2	Caratteristiche barre armatura	Pilastro
27	Quarto	Est - AE2	Rilievo barre con pacometro	Pilastro
C17	Quarto	Est - AE1	Schiacciamento su carota	Pilastro
C17	Quarto	Est - AE1	Valutazione carbonatazione	Pilastro
C17	Quarto	Est - AE1	Valutazione cls con SonReb	Pilastro
37	Quinto	Est - AE2	Valutazione cls con SonReb	Pilastro
37	Quinto	Est - AE2	Rilievo barre con pacometro	Pilastro
C21	Quinto	Est - AE1	Schiacciamento su carota	Pilastro
C21	Quinto	Est - AE1	Valutazione carbonatazione	Pilastro
C21	Quinto	Est - AE1	Valutazione cls con SonReb	Pilastro
52	Sesto	Est - AE2	Valutazione cls con SonReb	Pilastro
52	Sesto	Est - AE2	Schiacciamento su carota	Pilastro
52	Sesto	Est - AE2	Valutazione carbonatazione	Pilastro
52	Sesto	Est - AE2	Caratteristiche barre armatura	Pilastro
52	Sesto	Est - AE2	Rilievo barre con pacometro	Pilastro
C24	Sesto	Est - AE1	Schiacciamento su carota	Pilastro
C24	Sesto	Est - AE1	Valutazione carbonatazione	Pilastro
C24	Sesto	Est - AE1	Valutazione cls con SonReb	Pilastro
49	Settimo	Est - AE1	Valutazione cls con SonReb	Pilastro
49	Settimo	Est - AE1	Rilievo barre con pacometro	Pilastro
50	Settimo	Est - AE2	Valutazione cls con SonReb	Pilastro
50	Settimo	Est - AE2	Rilievo barre con pacometro	Pilastro
C28	Settimo	Est - AE1	Schiacciamento su carota	Pilastro
C28	Settimo	Est - AE1	Valutazione carbonatazione	Pilastro
C28	Settimo	Est - AE1	Valutazione cls con SonReb	Pilastro
53	Ottavo	Est - AE2	Valutazione cls con SonReb	Pilastro
53	Ottavo	Est - AE2	Rilievo barre con pacometro	Pilastro
C31	Ottavo	Est - AE2	Schiacciamento su carota	Pilastro
C31	Ottavo	Est - AE2	Valutazione carbonatazione	Pilastro
C31	Ottavo	Est - AE2	Valutazione cls con SonReb	Pilastro

Tabella 3-7 – Rilievi effettuati sulle strutture dell'ala Est



3.3.8. Corpi di fabbrica dell'ala Nord

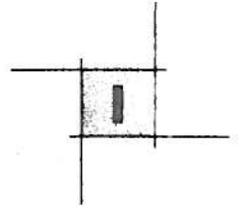
Al suo interno ed ai vari piani sono attualmente ubicati i vari reparti di degenza delle diverse specialità mediche dell'ospedale.

La costruzione di questo blocco fa parte del secondo stralcio funzionale costruito entro gli anni '90. Non è stato possibile recuperare gli elaborati originali di progetto anche se, si presume, che le caratteristiche strutturali di tale corpo di fabbrica siano simili a quelle dei corpi delle altre ali. Sono comunque disponibili le piante architettoniche aggiornate di tutti i livelli.

L'accessibilità ai locali per la realizzazione della campagna di indagini è stata limitata agli ambienti di servizio. Sono stati quindi effettuati i rilievi riportati nella tabella seguente:

RILIEVI EFFETTUATI SULL'ALA NORD				
Zona	Piano	Ala	Rilevo effettuato	Elemento
C01	Seminterrato	Nord - AN1	Schiacciamento su carota	Pilastro
C01	Seminterrato	Nord - AN1	Valutazione carbonatazione	Pilastro
C01	Seminterrato	Nord - AN1	Valutazione cls con SonReb	Pilastro
S1	Seminterrato	Nord - AN1	Valutazione cls con SonReb	Pilastro
57	Terra	Nord - AN1	Valutazione cls con SonReb	Pilastro
57	Terra	Nord - AN1	Schiacciamento su carota	Pilastro
57	Terra	Nord - AN1	Valutazione carbonatazione	Pilastro
57	Terra	Nord - AN1	Caratteristiche barre armatura	Pilastro
57	Terra	Nord - AN1	Rilievo barre con pacometro	Pilastro
C08	Terra	Nord - AN3	Schiacciamento su carota	Pilastro
C08	Terra	Nord - AN3	Valutazione carbonatazione	Pilastro
C08	Terra	Nord - AN3	Valutazione cls con SonReb	Pilastro
4	Primo	Nord - AN1	Valutazione cls con SonReb	Pilastro
4	Primo	Nord - AN1	Rilievo barre con pacometro	Pilastro
12	Secondo	Nord - AN1	Valutazione cls con SonReb	Pilastro
12	Secondo	Nord - AN1	Rilievo barre con pacometro	Pilastro
C10	Secondo	Nord - AN2	Schiacciamento su carota	Pilastro
C10	Secondo	Nord - AN2	Valutazione carbonatazione	Pilastro
C10	Secondo	Nord - AN2	Valutazione cls con SonReb	Pilastro
23	Terzo	Nord - AN1	Valutazione cls con SonReb	Pilastro
23	Terzo	Nord - AN1	Rilievo barre con pacometro	Pilastro
C12	Terzo	Nord - AN2	Schiacciamento su carota	Pilastro
C12	Terzo	Nord - AN2	Valutazione carbonatazione	Pilastro
C12	Terzo	Nord - AN2	Valutazione cls con SonReb	Pilastro
C13	Terzo	Nord - AN3	Schiacciamento su carota	Pilastro
C13	Terzo	Nord - AN3	Valutazione carbonatazione	Pilastro
C13	Terzo	Nord - AN3	Valutazione cls con SonReb	Pilastro
30	Quarto	Nord - AN1	Valutazione cls con SonReb	Pilastro
30	Quarto	Nord - AN1	Schiacciamento su carota	Pilastro
30	Quarto	Nord - AN1	Valutazione carbonatazione	Pilastro
30	Quarto	Nord - AN1	Rilievo barre con pacometro	Pilastro
31	Quarto	Nord - AN3	Valutazione cls con SonReb	Pilastro
31	Quarto	Nord - AN3	Rilievo barre con pacometro	Pilastro
C16	Quarto	Nord - AN2	Schiacciamento su carota	Pilastro
C16	Quarto	Nord - AN2	Valutazione carbonatazione	Pilastro
C16	Quarto	Nord - AN2	Valutazione cls con SonReb	Pilastro
32	Quinto	Nord - AN3	Valutazione cls con SonReb	Pilastro
32	Quinto	Nord - AN3	Rilievo barre con pacometro	Pilastro
33	Quinto	Nord - AN1	Valutazione cls con SonReb	Pilastro
33	Quinto	Nord - AN1	Rilievo barre con pacometro	Pilastro
C20	Quinto	Nord - AN3	Schiacciamento su carota	Pilastro
C20	Quinto	Nord - AN3	Valutazione carbonatazione	Pilastro
C20	Quinto	Nord - AN3	Valutazione cls con SonReb	Pilastro
43	Sesto	Nord - AN1	Valutazione cls con SonReb	Pilastro
43	Sesto	Nord - AN1	Schiacciamento su carota	Pilastro
43	Sesto	Nord - AN1	Valutazione carbonatazione	Pilastro
43	Sesto	Nord - AN1	Rilievo barre con pacometro	Pilastro
44	Sesto	Nord - AN2	Valutazione cls con SonReb	Pilastro
44	Sesto	Nord - AN2	Rilievo barre con pacometro	Pilastro
C22	Sesto	Nord - AN2	Schiacciamento su carota	Pilastro
C22	Sesto	Nord - AN2	Valutazione carbonatazione	Pilastro
C22	Sesto	Nord - AN2	Valutazione cls con SonReb	Pilastro
C27	Settimo	Nord - AN3	Schiacciamento su carota	Pilastro
C27	Settimo	Nord - AN3	Valutazione carbonatazione	Pilastro
C27	Settimo	Nord - AN3	Valutazione cls con SonReb	Pilastro
54	Ottavo	Nord - AN1	Valutazione cls con SonReb	Pilastro
54	Ottavo	Nord - AN1	Rilievo barre con pacometro	Pilastro

Tabella 3-8 - Rilievi effettuati sulle strutture dell'ala Nord



3.3.9. Corpo “G”

Si tratta di un corpo basso, strutturalmente indipendente, esterno alla croce principale. Si compone di tre livelli praticabili più copertura, dal seminterrato al primo piano. Le fondazioni, per le informazioni estratte dalla relazione di collaudo, sono di tipo diretto su travi rovesce.

La costruzione di questo blocco fa parte del primo stralcio funzionale costruito entro il 1976. Non è stato possibile recuperare gli elaborati originali di progetto; sono comunque disponibili le piante architettoniche aggiornate di tutti i livelli.

Questo blocco contiene le sale operatorie, l’obitorio e altre attività sensibili con accesso controllato che non hanno permesso lo svolgersi delle attività di rilievo sulle strutture.

3.3.10. Corpo “T”

Si tratta di un corpo basso, strutturalmente indipendente, esterno alla croce principale. Si compone di tre livelli praticabili più copertura, dal seminterrato al primo piano. Le fondazioni, per le informazioni estratte dalla relazione di collaudo, sono di tipo diretto su travi rovesce.

La costruzione di questo blocco fa parte del primo stralcio funzionale costruito entro il 1976. Non è stato possibile recuperare gli elaborati originali di progetto; sono comunque disponibili le piante architettoniche aggiornate di tutti i livelli.

Questo blocco contiene le sale operatorie, la rianimazione e altre attività sensibili con accesso controllato che hanno permesso lo svolgersi di limitate attività di rilievo sulle strutture. Sono stati quindi effettuati i rilievi riportati nella tabella seguente:

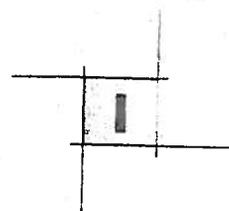
RILIEVI EFFETTUATI SUL CORPO T				
Zona	Piano	Ala	Rilevo effettuato	Elemento
60	Seminterrato	Nord - Ovest	Valutazione cls con SonReb	Pilastro
60	Seminterrato	Nord - Ovest	Rilievo barre con pacometro	Pilastro
61	Seminterrato	Nord - Ovest	Valutazione cls con SonReb	Pilastro
61	Seminterrato	Nord - Ovest	Rilievo barre con pacometro	Pilastro

Tabella 3-9 – Rilievi effettuati sulle strutture dell’edificio “T”

3.3.11. Corpo “N”

È un fabbricato di quattro livelli praticabili più copertura, dal piano seminterrato al secondo, posto ad ovest e parallelamente all’ala Sud della croce. La costruzione di questo blocco fa parte del primo stralcio funzionale costruito entro il 1976. Non è stato possibile recuperare gli elaborati originali di progetto; sono comunque disponibili le piante architettoniche aggiornate di tutti i livelli.

Questo blocco è destinato ad ambulatori ed uffici.



3.3.12. Corpo "Sud-Est"

È un fabbricato di quattro livelli praticabili più copertura, dal piano seminterrato al secondo, posto a Sud-Est e parallelamente all'ala Est della croce. La costruzione di questo blocco fa parte del secondo stralcio funzionale costruito entro gli anni '90. Non è stato possibile recuperare gli elaborati originali di progetto; sono comunque disponibili le piante architettoniche aggiornate di tutti i livelli.

Questo blocco è destinato a laboratori, ambulatori, uffici e degenza. L'accessibilità ai locali per la realizzazione della campagna di indagini è stata limitata agli ambienti di servizio. Sono stati quindi effettuati i rilievi riportati nella tabella seguente:

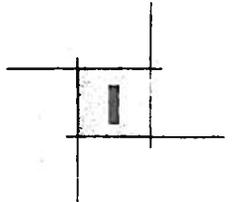
RILIEVI EFFETTUATI SUL CORPO SUD-EST				
Zona	Piano	Ala	Rilevo effettuato	Elemento
58	Seminterrato	SE1	Valutazione cls con SonReb	Pilastro
58	Seminterrato	SE1	Schiacciamento su carota	Pilastro
58	Seminterrato	SE1	Valutazione carbonatazione	Pilastro
58	Seminterrato	SE1	Rilievo barre con pacometro	Pilastro
C05	Terra	SE1	Schiacciamento su carota	Pilastro
C05	Terra	SE1	Valutazione carbonatazione	Pilastro
C05	Terra	SE1	Valutazione cls con SonReb	Pilastro
C06	Terra	SE2	Schiacciamento su carota	Pilastro
C06	Terra	SE2	Valutazione carbonatazione	Pilastro
C06	Terra	SE2	Valutazione cls con SonReb	Pilastro
S3	Terra	SE1	Valutazione cls con SonReb	Pilastro
70	Primo	SE2	Rilievo barre con pacometro	Pilastro
71	Primo	SE2	Rilievo barre con pacometro	Pilastro
C29	Primo	SE1	Schiacciamento su carota	Pilastro
C29	Primo	SE1	Valutazione carbonatazione	Pilastro
C29	Primo	SE1	Valutazione cls con SonReb	Pilastro
S5	Primo	SE2	Valutazione cls con SonReb	Pilastro
S6	Primo	SE2	Valutazione cls con SonReb	Pilastro
S7	Primo	SE1	Valutazione cls con SonReb	Pilastro

Tabella 3-10 – Rilievi effettuati sulle strutture dell'edificio Sud-Est

3.3.13. Corpi vari

Oltre a quelli descritti in precedenza esistono altri corpi di fabbrica bassi che ospitano la rianimazione, il pronto soccorso, la radiologia d'urgenza e la emodialisi. Questi fabbricati presentano due livelli praticabili, il seminterrato ed il piano terra, più la copertura. La costruzione di questo blocco fa parte del secondo stralcio funzionale costruito entro gli anni '90. Non è stato possibile recuperare gli elaborati originali di progetto; sono comunque disponibili le piante architettoniche aggiornate di tutti i livelli.

In questi blocchi, per ovvie esigenze della Direzione sanitaria, non è stato possibile svolgere le attività di rilievo sulle strutture.



3.4. I livelli di conoscenza acquisiti e i fattori di conoscenza (FC) impiegati

L'incompatibilità delle prove e dei rilievi con le attività del nosocomio, divieti relativi alle stesse prove non distruttive, ritenute anche esse invasive con le attività di alcuni reparti, hanno però costretto a ridurre la campagna indagini. Sono state, comunque, effettuate un totale di 118 prove (distruttive e non distruttive) e, in prima emissione, il livello di conoscenza è stato abbassato a LC2 per tutti i corpi di fabbrica a meno di 4 (su 14) per i quali si riteneva di disporre di un livello di conoscenza LC3. Tutti i corpi di fabbrica sono stati portati tuttavia a LC2:

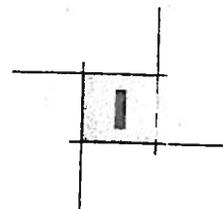
In ogni caso l'assunzione delle caratteristiche meccaniche dei materiali è stata conservativa (all'interno del range dei risultati sperimentali) e quindi si è potuto ipotizzare un LC anche leggermente superiore a quello strettamente giustificabile con l'interpretazione rigorosa delle norme, garantendo comunque lo stesso coefficiente di sicurezza.

Per i Corpi di fabbrica C-E-F si è raggiunto un Livello di Conoscenza Elevato, che a favore di sicurezza si considera tuttavia un LC2. Le analisi da eseguire nelle fasi successive sono sia di tipo lineare (modale e con spettro di risposta) sia di tipo non lineare (statica e dinamica).

L'assunzione di un livello LC2 ha permesso peraltro di analizzare le strutture con modelli lineari e non lineari e quindi confrontando i risultati ottenuti. Nella seguente tabella sono specificati i Livelli di Conoscenza raggiunti per ogni corpo fabbrica, i relativi Fattori di Confidenza e il tipo di Analisi che si intendono effettuare nelle fasi successive:

CORPO	Geometria (carpenterie)	Dettagli strutturali	Proprietà dei materiali	Metodo di analisi	Livello di Conoscenza	FC
C	Disegni originali + rilievo	Disegni costruttivi completi + limitate verifiche in situ	Specifiche originali di progetto + limitate prove in situ	Analisi lineare dinamica + Analisi non lineari	LC2	1,20
D	Disegni originali + rilievo	Disegni costruttivi completi + limitate verifiche in situ	Specifiche originali di progetto + limitate prove in situ	Analisi lineare dinamica	LC2	1,20
E	Disegni originali + rilievo	Disegni costruttivi completi + limitate verifiche in situ	Specifiche originali di progetto + limitate prove in situ	Analisi lineare dinamica + Analisi non lineari	LC2	1,20
A	Rilievo ex-novo completo	Disegni costruttivi incompleti + limitate verifiche in situ	Specifiche originali di progetto + limitate prove in situ	Analisi lineare dinamica	LC2	1,20
B	Rilievo ex-novo completo	Disegni costruttivi incompleti + limitate verifiche in situ	Specifiche originali di progetto + limitate prove in situ	Analisi lineare dinamica	LC2	1,20
F	Disegni originali + rilievo	Disegni costruttivi completi + limitate verifiche in situ	Specifiche originali di progetto + limitate prove in situ	Analisi lineare dinamica + Analisi non lineari	LC2	1,20
ALA EST	Rilievo ex-novo completo	Disegni costruttivi incompleti + limitate verifiche in situ	Specifiche originali di progetto + limitate prove in situ	Analisi lineare dinamica	LC2	1,20
ALA NORD	Rilievo ex-novo completo	Disegni costruttivi incompleti + limitate verifiche in situ	Specifiche originali di progetto + limitate prove in situ	Analisi lineare dinamica	LC2	1,20
SUD-EST	Rilievo ex-novo completo	Disegni costruttivi incompleti + limitate verifiche in situ	Specifiche originali di progetto + limitate prove in situ	Analisi lineare dinamica	LC2	1,20
G	Disegni originali + rilievo	Disegni costruttivi completi	Specifiche originali di progetto	Analisi lineare dinamica + Analisi non lineari	LC2	1,20

Tabella 3-11 – Livelli di conoscenza e fattori di confidenza



4. Descrizione delle prove effettuate

Nel presente capitolo sono esposti le rielaborazioni effettuate dagli scriventi, secondo la normativa di riferimento, dei valori ottenuti durante le due campagne di indagini e presenti nei certificati di prova.

4.1. Caratterizzazione meccanica del calcestruzzo

Recependo le richieste di integrazioni da parte del TTC della Regione Abruzzo (Prot. N. RA/39278), sono state effettuate agli inizi di marzo 2011, ulteriori indagini, di carattere distruttivo e non distruttivo. I risultati ottenuti hanno confermato la validità dei risultati già ottenuti attraverso la prima campagna di indagini.

Le caratteristiche meccaniche dei calcestruzzi sono state valutate mediante:

- esecuzione di prove non distruttive (ultrasoniche e sclerometriche) eseguite complessivamente su 70 elementi strutturali e su 32 carote prelevate;
- esecuzione di prove di compressione a rottura su 48 carote prelevate in sito da zone in cui erano preventivamente state eseguite le prove non distruttive;
- determinazione della curva di regressione sperimentale che correla i parametri non distruttivi rilevati in sito con le resistenze a compressione rilevate sulle corrispondenti carote;
- valutazione della resistenza su tutte le zone in cui sono stati rilevati i parametri non distruttivi ma non sono state prelevate carote, mediante utilizzo delle curve di regressione di cui sopra;
- valutazione dei moduli elastici dinamici sulla base della velocità di propagazione delle onde (prove ultrasoniche) effettuate sulle carote estratte dagli elementi strutturali.

Attraverso le indagini svolte e la rielaborazione dei dati ottenuti è stato possibile catalogare il calcestruzzo presente nelle strutture di classe C20/25, caratterizzato da una resistenza a compressione cubica media di $R_{cm} = 31$ MPa; il valore è stato utilizzato come riferimento per le verifiche strutturali, in conformità a quanto previsto dalla normativa di riferimento (OPCM 3274/2003, p.to 11.2.2.3), dove si specifica che per il calcolo delle capacità degli elementi strutturali si utilizzano *i valor medi delle proprietà dei materiali esistenti, come ottenuti dalle prove in situ e da informazioni aggiuntive.*

Tale valore è il risultato delle rielaborazioni dei dati sperimentali ottenuti nelle due campagne di indagini condotte, così come esplicitato nella tabella seguente:

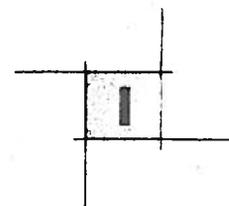


Tabella 4-1 – Riepilogo resistenze delle prove sperimentali

R_{MIN}	18	Mpa
R_{MEDIO}	31	Mpa
R_{MAX}	63	Mpa
Dev.St.	7	MPa

Un’ulteriore analisi dei dati è stata effettuata considerando i risultati per ogni singolo corpo di fabbrica.

Tabella 4-2 – Riepilogo resistenze delle prove sperimentali per corpo di fabbrica

Corpo di fabbrica	Valore minimo (Mpa)	Valore medio (Mpa)	Valore massimo (Mpa)
A	20	30	42
AE1	20	28	33
AE2	18	30	38
AN1	24	31	40
AN2	27	30	38
AN3	27	31	36
B	23	31	39
C	19	36	63
D	22	29	37
E	23	31	48
F	21	28	32
SE1	26	28	28
SE2	31	42	52

Distribuzione resistenze medie per edificio

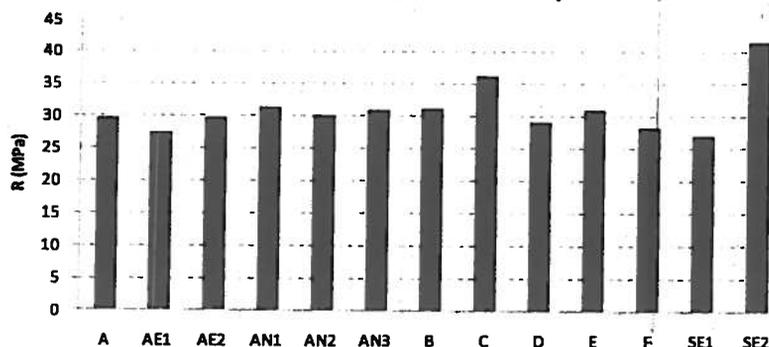
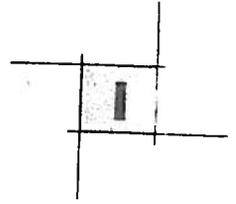


Fig. 4.1 – Resistenze medie per edificio



Sulla base di questa tabella si può osservare che un unico valor medio per tutti quanti i corpi di fabbrica pari a 31 MPa risulta un'assunzione del tutto coerente con i risultati trovati per singolo corpo di fabbrica. Si nota, tuttavia, che i dati trovati mostrano discrete dispersioni, non solo tra un edificio e un altro, ma anche all'interno dello stesso edificio. Tale dispersione è dovuta al fatto che questi edifici venivano gettati piano per piano ricorrendo a centrali di betonaggio esterne.

4.1.1. Confronto dati sperimentali tra le due campagne di indagini

I risultati ottenuti attraverso due campagne di indagini, fatte eseguire volutamente da due società diverse, mostrano una buona corrispondenza. I valori delle resistenze derivanti dalle due campagne presentano una distribuzione molto simile, si nota tuttavia che dalla più recente campagna di indagini emergono valori di resistenza tra loro più compatti ed omogenei.

Il valor medio della prima campagna di indagini si attesta intorno ai 31MPa, mentre per la seconda intorno a 28MPa, indicando quindi un'ottima concordanza.

Anche per quanto riguarda l'individuazione della resistenza caratteristica del calcestruzzo, determinata dal frattile 5% delle resistenze trovate, si ha una sostanziale identità dei risultati delle due campagne, risultando $f_{ck} = 20.3\text{MPa}$ e 20.8MPa rispettivamente dalla prime e dalla seconda campagna.

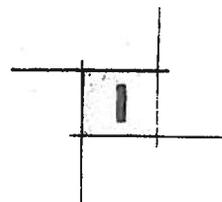
Infine, è stato effettuato un confronto circa i moduli elastici dinamici ottenuti a partire dalla velocità di propagazione delle onde ultrasoniche effettuate sui provini di calcestruzzo estratti dalle strutture.

Anche in questo caso emerge una conferma delle caratteristiche meccaniche individuate attraverso le due campagne di indagini.

Tabella 4-3 – Confronto moduli elastici calcestruzzo prima e seconda campagna di indagine.

	Valore minimo (Gpa)	Valore medio (Gpa)	Valore massimo (Gpa)
1° campagna	20.5	28.5	39.2
2° campagna	22.6	28.3	33.8

Si ritiene pertanto che la caratterizzazione del calcestruzzo effettuata sulla base della prima campagna di prove e la conseguente scelta del valore di resistenza del calcestruzzo di riferimento per le verifiche strutturali, unico per tutti gli edifici, già adottato nei precedenti rapporti di calcolo ($R_{cm} = 31\text{MPa}$ e $f_{cm} = 25.7\text{MPa}$), risultino completamente confermati.



4.2. Caratterizzazione dell'armatura in barre

Il rilievo delle barre d'armatura è stato effettuato su 74 zone di misura; nella maggior parte dei casi si è trattato di pilastri in quanto più facilmente accessibili.

Il rilievo è stato effettuato sia con metodi magnetici che mediante l'esecuzione di saggi locali con misura diretta del diametro delle barre mediante calibro digitale.

La valutazione delle caratteristiche meccaniche delle armature è stata effettuata a campione su 9 barre verticali di altrettanti pilastri mediante misure di durezza Brinell in sito. Si è preferito tale sistema indiretto di valutazione della resistenza in quanto molto meno invasivo e distruttivo della prova a trazione su campione di barra estratto dall'elemento strutturale.

4.2.1. Caratterizzazione meccanica dell'acciaio

Sono state trovate sia barre lisce che ad aderenza migliorata; le resistenze a trazione stimate sulle barre lisce sono risultate comprese tra 420 e 550 MPa, mentre quelle sulle barre ad aderenza migliorata sono risultate comprese tra 470 e 620 MPa.

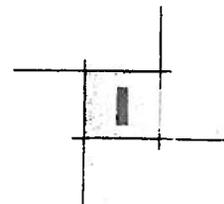
Il D.M. del 30/5/1972, norma di riferimento per la progettazione dei fabbricati oggetto della presente verifica, prende in considerazione i seguenti tipi di acciai per barre:

- Barre tonde lisce:
 - Fe B 22 (tensione caratt. di snervamento $> 22\text{kg/mm}^2$ e tensione caratt. di rottura $> 34\text{kg/mm}^2$)
 - Fe B 32 (tensione caratt. di snervamento $> 32\text{kg/mm}^2$ e tensione caratt. di rottura $> 50\text{kg/mm}^2$)
- Barre ad aderenza migliorata:
 - A 38 (tensione caratt. di snervamento $> 38\text{kg/mm}^2$ e tensione caratt. di rottura $> 46\text{kg/mm}^2$)
 - A 41 (tensione caratt. di snervamento $> 41\text{kg/mm}^2$ e tensione caratt. di rottura $> 50\text{kg/mm}^2$)
 - Fe B 44 (tensione caratt. di snervamento $> 44\text{kg/mm}^2$ e tensione caratt. di rottura $> 55\text{kg/mm}^2$)

Sugli elaborati grafici di progetto (1973), recuperati dall'archivio del Genio Civile di Pescara, vengono riportate le seguenti prescrizioni sulle barre d'acciaio che non si rifanno alle categorie sopra citate:

- Acciaio: Aq 50 UNI

Tale definizione dell'armatura in barre fa senz'altro riferimento a quanto prescritto nella Circolare 23/5/1957 n.1472 "Armatura delle strutture in cemento armato" secondo la quale *possono essere impiegati soltanto acciai Aq 42, Aq 50 e Aq 60 (UNI T. 743) sia in tondo sia in forma speciale. Per gli acciai in tondo del tipo Aq 50 la tensione non deve superare 1600kg/cm^2 e, comunque, tale valore massimo può essere raggiunto per diametri non superiori a 30mm e purché si impieghi conglomerato almeno di classe R200 nel caso di sezione rettangolare e R250 nel caso di sezione a T.*



Sulla scorta delle informazioni tratte dagli elaborati grafici e dalle indagini effettuate in situ si possono quindi trarre le seguenti conclusioni:

- per i corpi di fabbrica A, B, C, D, E ed F, e per tutti quelli che appartengono alla prima fase di edificazione del complesso ospedaliero, è stato impiegato l'acciaio in barre lisce del tipo Aq 50 UNI equivalente a quello ridefinito Fe B 32k nel D.M. 30/5/1974;
- per gli altri corpi di fabbrica, realizzati successivamente a completamento del corpo principale, è stato impiegato l'acciaio ad aderenza migliorata del tipo Fe B 44k.

4.2.2. Caratterizzazione geometrica delle barre d'armatura

Nei casi in cui è stato possibile confrontare i dati rilevati in sito mediante pacometro, riguardo il numero e posizione delle barre d'armatura negli elementi strutturali, con quelli riportati sugli elaborati recuperati dal genio Civile, si è riscontrata una sostanziale corrispondenza che ha permesso di valutare l'attendibilità di tali documenti.

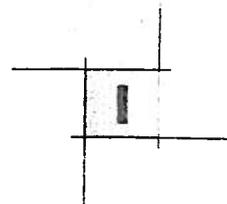
4.3. Stato di conservazione dei materiali

La determinazione dello spessore di calcestruzzo carbonatato, effettuata sulle 48 carote prelevate, è riportata nella tabelle seguente.

CARBONATAZIONE				
Zona	Piano	Ala	Spessore carbonatazione (mm)	Elemento
59	Seminterrato	D	35	Pilastro interno
58	Seminterrato	Sud - Est	16	Pilastro interno
C01	Seminterrato	Nord - AN1	25	Pilastro interno
C02	Seminterrato	E	18	Pilastro interno
C03	Seminterrato	D	20	Pilastro interno
C07	Terra	A	24	Pilastro interno
C04	Terra	F	17	Pilastro interno
57	Terra	Nord - AN1	30	Pilastro interno
C08	Terra	Nord - AN3	24	Scala esterna
C05	Terra	SE1	13	Pilastro interno
C06	Terra	SE2	13	Pilastro interno
5	Primo	C	20	Scala esterna
6	Primo	D	10	Pilastro interno
C32	Primo	E	7	Pilastro di bordo
C29	Primo	SE1	10	Pilastro di bordo
13	Secondo	B	10	Pilastro di bordo
C09	Secondo	B	10	Pilastro interno
C11	Secondo	E	19	Pilastro di bordo
C19	Secondo	F	12	Pilastro
C10	Secondo	Nord - AN2	26	Pilastro interno
10	Secondo	D	25	Pilastro interno
17	Terzo	A	20	Pilastro di bordo
C12	Terzo	Nord - AN2	31	Pilastro interno
C13	Terzo	Nord - AN3	16	Pilastro di bordo
C15	Terzo	E	23	Scala esterna
22	Terzo	F	30	Pilastro di bordo
C14	Terzo	Est - AE1	33	Pilastro interno
C18	Quarto	A	33	Scala esterna
27	Quarto	Est - AE2	20	Pilastro interno
C16	Quarto	Nord - AN2	19	Pilastro interno
C17	Quarto	Est - AE1	24	Pilastro interno
30	Quarto	Nord - AN1	0	Pilastro sul giunto
34	Quinto	C	35	Scala esterna
C20	Quinto	Nord - AN3	9	Pilastro interno
C21	Quinto	Est - AE1	10	Pilastro interno
38	Quinto	B	0	Pilastro interno
C25	Sesto	A	11	Pilastro interno
C22	Sesto	Nord - AN2	24	Pilastro interno
C23	Sesto	D	22	Pilastro interno
52	Sesto	Est-AE2	35	Scala esterna
C24	Sesto	Est - AE1	22	Pilastro interno
43	Sesto	Nord - AN1	30	Pilastro interno
C26	Settimo	B	7	Pilastro interno
51	Settimo	C	20	Scala esterna
C27	Settimo	Nord - AN3	13	Pilastro di bordo
C28	Settimo	Est - AE1	20	Pilastro di bordo
C30	Ottavo	F	20	Pilastro interno
C31	Ottavo	Est - AE2	3	Pilastro di bordo

Tabella 4-4 – Profondità di carbonatazione nel calcestruzzo

Si nota una forte variabilità della penetrazione della carbonatazione in accordo con il fatto che:



- l'Ospedale è costituito da diversi corpi di fabbrica costruiti in epoche diverse a cominciare dalla fine degli anni settanta;
- gli elementi analizzati si trovano in differenti condizioni di esposizione agli agenti esterni;
- anche gli elementi interni, in funzione dei reparti ospedalieri in cui sono contenuti, presentano diverse caratteristiche di finitura e protezione.

Il dato comunque significativo è costituito dal fatto che lo spessore medio di penetrazione della carbonatazione, pari a circa 19mm, sembra abbastanza elevato in considerazione del fatto che tutti gli elementi sono intonacati ed i fabbricati sono relativamente giovani. Questo dato concorda con quanto precedentemente osservato sulla qualità del calcestruzzo che non risulta essere, secondo quelli che sono gli attuali orientamenti progettuali e le moderne richieste sui requisiti prestazionali, abbastanza poco permeabile e quindi durevole. È noto, infatti, che soltanto a partire dagli ultimi anni del secolo scorso si è cominciato a dare importanza al concetto di durabilità del calcestruzzo; aspetto, questo, che implica una maggiore cura nella confezione delle miscele, del rapporto acqua-cemento, del dosaggio e natura del cemento e che porta, come naturale conseguenza, una maggiore resistenza caratteristica del calcestruzzo indurito. Nella figura seguente sono rappresentate le curve che mostrano, per esempio, quanto il rapporto acqua/cemento abbia influenza sulla resistenza finale del calcestruzzo.

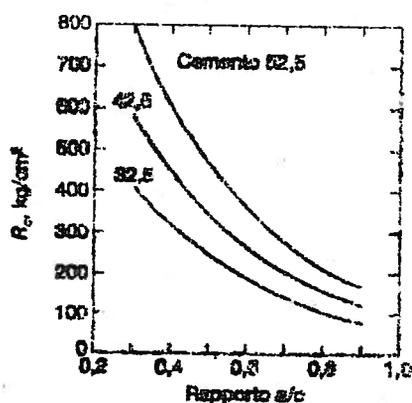


Fig. 4.2 – Influenza del rapporto a/c sulla resistenza del calcestruzzo

4.4. Rilievo dei giunti

Il rilievo dei giunti strutturali ha confermato quanto riportato negli elaborati grafici e nelle relazioni recuperate presso gli uffici del Genio Civile di Pescara. Si tratta di giunti sufficienti alla libera concessione delle deformazioni termiche dei fabbricati ma del tutto insufficienti in caso di evento sismico. Il valore medio dei giunti verticali è pari a circa 30mm.