

# Regolamento Didattico del Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria delle Comunicazioni

## Classe LM 27 – Ingegneria delle Telecomunicazioni

Ordine degli Studi 2020/2021

### Obiettivi Formativi Specifici

Il laureato magistrale in Ingegneria delle Comunicazioni opera nel settore dell'ICT (Information and Communication Technology) e si caratterizza come una figura di *sistemista*, capace di interagire con gli specialisti di tutti i settori dell'ingegneria, dell'area economico-gestionale ed eventualmente con specialisti di discipline scientifiche e giuridiche. Scopo dell'ingegnere delle comunicazioni è integrare tecnologie e vincoli tecnico-economico-regolatori per l'ideazione, la progettazione, la realizzazione e la gestione di sistemi complessi di elaborazione e trasferimento dei segnali e dell'informazione.

La formazione di un Ingegnere delle Comunicazioni si fonda pertanto su una solida cultura di base, di carattere sia fisico-matematico sia ingegneristico. Essa si sviluppa attraverso acquisizione di conoscenze nei settori delle tecnologie abilitanti (informatica, elettronica, automatica), per essere finalizzata nelle applicazioni riguardanti i sistemi e le tecnologie per le comunicazioni, il telerilevamento, l'elaborazione delle informazioni, dei segnali e dei contenuti multimediali, l'interconnessione in rete. La figura dell'ingegnere delle comunicazioni con laurea magistrale si caratterizza per un'elevata capacità di analisi sistemistica, di sviluppo progettuale, di introduzione di innovazione, con conseguente spiccata versatilità di impiego nel mondo del lavoro.

Il curriculum della laurea magistrale presuppone che lo studente abbia acquisito preliminarmente le conoscenze relative alla cultura scientifica di base e alle discipline dell'Ingegneria. Il curriculum comprende un insieme di discipline ritenute fondamentali per la formazione del laureato magistrale in Ingegneria delle Comunicazioni. La formazione offerta si articola quindi in diversi percorsi che porteranno il laureato magistrale ad acquisire, oltre alle competenze fondamentali per la figura professionale di riferimento, una competenza specifica in uno dei settori di punta nel campo dell'Ingegneria delle Comunicazioni.

Il percorso di formazione culmina con lo svolgimento di una tesi di laurea, che costituisce una significativa esperienza nello sviluppo di una capacità di risoluzione di problemi e di progettazione nel settore dell'Ingegneria delle Comunicazioni. Lo svolgimento della tesi di laurea per la prova finale comporta l'acquisizione di 23 Crediti Formativi Universitari (CFU), e con esso coordinato è previsto di norma lo svolgimento di ulteriori attività formative corrispondenti a 1 CFU.

### Requisiti d'Ammissione e CFU Riconoscibili

#### Requisiti curriculari

L'accesso alla Laurea Magistrale in Ingegneria delle Comunicazioni è regolamentato dai sottoindicati criteri per la verifica dei requisiti curriculari.

1) Coloro che hanno acquisito il titolo di Dottore in Ingegneria delle Comunicazioni presso l'Università "La Sapienza" di Roma (ordinamento 509 o 270) sono ammessi senza vincoli sul curriculum della Laurea Magistrale (come specificato nel manifesto), **con l'unica eccezione riguardante quei laureati che non abbiano già sostenuto l'esame di Elaborazione Numerica dei Segnali; per tener conto di tale lacuna, come meglio specificato nel seguito, il curriculum della Laurea Magistrale è opportunamente modificato.** In ogni caso, è facoltà del Consiglio d'Area Didattica di Ingegneria delle Telecomunicazioni, nel seguito più brevemente indicato CAD-TLC, valutare la carriera progressa degli allievi e, eventualmente, proporre percorsi differenziati sino a un massimo di 18 crediti.

2) Coloro che hanno acquisito il titolo di Dottore in Ingegneria Elettronica presso l'Università "La Sapienza" di Roma (ordinamento 509 o 270) sono ammessi con curriculum differenziato. Rispetto al manifesto di seguito riportato, a seguito di una valutazione dei contenuti acquisiti nella carriera individuale degli allievi, è facoltà del CAD-TLC proporre percorsi differenziati sino a un massimo di 18 crediti.

3) Coloro che hanno acquisito il titolo di Dottore in Ingegneria dell'Informazione presso l'Università "La Sapienza" di Roma (sede di Latina) sono ammessi con curriculum differenziato. Rispetto al manifesto di seguito riportato, a seguito di una valutazione dei contenuti acquisiti nella carriera individuale degli allievi, è facoltà del CAD-TLC proporre percorsi differenziati sino a un massimo di 18 crediti.

3) Coloro che hanno acquisito il titolo di Dottore nella Classe dell'Ingegneria dell'Informazione (Classe 8 nell'ordinamento del D.M. 270/04 e Classe 9 nell'ordinamento del D.M. 509/99), esclusi quelli indicati al punto precedente, sono ammessi con curriculum differenziato. Per tali allievi, all'atto della domanda di iscrizione, il CAD-TLC effettuerà una verifica della carriera pregressa, a seguito della quale sarà individuato un percorso formativo, che potrà prevedere una differenziazione nel percorso formativo della Laurea Magistrale fino a un massimo di 27 crediti. Per i laureati provenienti dall'Università "La Sapienza" di Roma saranno indicati i percorsi differenziati.

4) Per coloro che hanno acquisito il titolo di dottore non incluso nei precedenti punti 1), 2), e per gli studenti che abbiano altro titolo riconosciuto idoneo, il CAD-TLC effettuerà una valutazione preventiva della carriera pregressa. Fermo restando la necessità di aver acquisito 120CFU negli SSD descritti nel quadro A3.a della SUA, l'ammissione alla laurea Magistrale in Ingegneria delle Comunicazioni è concessa se la somma dei crediti riconoscibili per insegnamenti appartenenti agli SSD sotto riportati è complessivamente non inferiore a 7CFU. In tal caso, sarà individuato un percorso formativo che potrà prevedere una differenziazione nel percorso formativo della Laurea Magistrale fino a un massimo di 45 CFU.

MAT (tutti)

FIS (tutti)

ING-INF (tutti)

ING-IND (tutti)

SECS-S (tutti)

SECS-P (tutti)

CHIM/07-Fondamenti chimici delle tecnologie;

INF/01-Informatica.

### Verifica della Preparazione Personale

La preparazione personale è in primo luogo valutata con riferimento alla media conseguita negli esami di profitto della laurea. È ritenuta adeguata se la media è non inferiore a 24/30, ovvero se ha conseguito il titolo di dottore è stato conseguito in corso; in tal caso è concesso l'accesso alla Laurea Magistrale in Ingegneria delle Comunicazioni.

Qualora la media degli esami di profitto riportata nella laurea sia inferiore a 24/30, è previsto un colloquio individuale di valutazione della preparazione personale. Nell'ambito di tale colloquio si valuta la carriera pregressa con riferimento al tempo impiegato nel conseguire la laurea e alla valutazione riportata nei singoli insegnamenti. Una volta identificato l'ambito di maggiore debolezza, sono individuati:

- un percorso di recupero delle carenze in quella area specifica.
- l'insegnamento critico, scelto nella tabella degli Insegnamenti Comuni che appare appresso, ritenuto il più problematico considerate le carenze.
- il docente che impartisce l'insegnamento critico, il quale svolgerà funzioni di tutoraggio, incaricandosi di seguire il recupero delle carenze con opportuni suggerimenti e indicazioni, nonché di verificarne l'effettivo completamento prima dello svolgimento della prova d'esame.

È richiesta, inoltre, la conoscenza della lingua inglese, o di una lingua dell'Unione Europea diversa dall'italiano, di livello non inferiore al B1 del Quadro comune europeo di riferimento per la conoscenza delle lingue (QCER). Per coloro che possiedono solo il livello B1 è obbligatorio conseguire 3 CFU nelle ulteriori conoscenze linguistiche.

## Descrizione del Percorso Formativo

Il percorso formativo è articolato come segue:

- Insegnamenti comuni (54 CFU obbligatori)
- Insegnamenti di indirizzo (24 CFU, comprensivi di 6 CFU di laboratorio)
- Insegnamenti a scelta dello studente (12 CFU)
- Altre attività utili al mondo del lavoro (3/6 CFU)
- Ulteriori conoscenze linguistiche (3/0 CFU)
- Tesi di laurea (23 CFU + 1CFU AAF)

Lo studente iscritto in corso alla Laurea Magistrale in Ingegneria delle Comunicazioni deve presentare un Piano di Studio individuale che comprende gli insegnamenti comuni, gli insegnamenti scelti per la parte di indirizzo e insegnamenti a scelta dello studente. Deroghe da questo schema saranno prese in esame dal CAD-TLC per valutarne le motivazioni culturali, per esempio nel caso di studenti provenienti da ordinamenti precedenti o da altri corsi di Laurea Magistrale, per trasferimento.

Gli insegnamenti di indirizzo coprono argomenti relativi a varie aree tematiche, che includono:

- *Elaborazione dei Segnali e Multimedialità*, sull'elaborazione dei segnali e delle informazioni, in particolare di natura audio-visiva, con applicazioni alla comunicazioni audio-visive e alla comunicazione auditiva nei diversi contesti applicativi: interpersonale e personale-strumentale, televisivo, cinematografico, documentale, culturale, musicale, didattico e nei settori delle tlc, l'industria dello spettacolo e dell'intrattenimento, il monitoraggio ambientale e urbano, i beni culturali, l'audio digitale, la diagnostica medica, la biometria, il settore della sicurezza, i trasporti.
- *Ingegneria delle Reti e dei Servizi*, sulle metodologie e tecnologie utilizzate per il progetto, realizzazione e gestione delle reti di telecomunicazione, con particolare riferimento a: le tecniche di rete per il supporto di servizi e applicazioni di comunicazione multimediale e mobile; gli aspetti di sicurezza e qualità di servizio nell'interconnessione in rete; le tecnologie per le reti di trasporto delle informazioni, sia nella sezione di accesso sia nella dorsale; la modellistica dei fenomeni di traffico e le tecniche di analisi e dimensionamento.
- *RADAR e Telerilevamento*, relativa alla progettazione e allo sviluppo di sistemi RADAR e di telerilevamento sia dal punto di vista sistemistico, sia da quello più strettamente tecnologico, sia per quel che riguarda l'estrazione, l'elaborazione e la gestione dell'informazione, in particolare le problematiche di modellazione degli echi e dell'ambiente per sistemi operanti su diverse piattaforme (terrestri, navali, aeree, satellitari) e in diverse condizioni operative, alla definizione delle forme d'onda utilizzate, alla ottimizzazione dei canali di rice-trasmissione per estrarre le informazioni utili dagli echi, alle metodologie e tecnologie impiegate per il trattamento analogico e digitale dei segnali, per concludersi con l'introduzione dei principi e delle tecniche per la sintesi dei sistemi di telerilevamento.
- *Tecnologie Elettromagnetiche*, volto all'approfondimento delle tecniche di natura elettromagnetica per l'analisi, il progetto, la realizzazione e la gestione dei diversi dispositivi e circuiti in alta frequenza che costituiscono gli elementi fondamentali degli attuali sistemi per il trasferimento a distanza e l'elaborazione dell'informazione.
- *Machine Learning Engineering*, relativa alla progettazione, sviluppo e messa in esercizio di sistemi di intelligenza computazionale, machine learning, pattern recognition, deep learning e granular computing, finalizzati alla realizzazione di soluzioni ingegneristiche in un vasto insieme di applicazioni, tra le quali: procedure e algoritmi per il big data analytics; reti intelligenti di sensori e attuatori per il controllo ambientale; logistica e mobilità sostenibile; gestione intelligente dell'energia (smart grids, microgrids, sistemi di accumulo dell'energia); sistemi multimediali intelligenti e a interazione pervasiva; profilazione di utenti e sistemi; processi e dispositivi per l'individuazione di anomalie e per la manutenzione predittiva; e-health, bioinformatica e diagnostica clinica; biometria e cybersecurity; sistemi per il natural language processing e per l'analisi comportamentale; custom marketing, smart trading e business intelligence; sistemi di videosorveglianza e sistemi di controllo accesso e autenticazione; metodologie di progettazione e realizzazione di procedure, algoritmi e infrastrutture di elaborazione intelligente e distribuita dell'informazione; modellamento e controllo di sistemi complessi e di supporto alle decisioni.

## **Internazionalizzazione e Doppio Titolo di Laurea**

Informazioni dettagliate sull'internazionalizzazione del corso di studio, inclusi programmi Erasmus e accordi di scambio, sono disponibili presso il sito web: <http://inspatdiet.uniroma1.it>.

Il corso di Laurea Magistrale in Ingegneria delle Comunicazioni fa parte di una Rete italo-francese per l'acquisizione del titolo nei due Paesi presso selezionate Università e Grandes Ecoles di Parigi, Grenoble, Tolosa, Nantes e Nizza. L'accordo tra La Sapienza e gli Istituti francesi definisce le modalità operative e la lista dei titoli di secondo livello, Maitrise, e titolo dell'Ecole, che può essere acquisito presso ciascuno degli Istituti che partecipano all'accordo (si veda il sito web [www.dis.uniroma1.it/progint](http://www.dis.uniroma1.it/progint) per dettagli).

Il corso di Laurea Magistrale in Ingegneria delle Comunicazioni ha un accordo con il Georgia Institute of Technology (Atlanta, US) per il rilascio del doppio titolo di Laurea Magistrale/Master of Science con un programma di studi che prevede il percorso standard previsto per il primo anno presso La Sapienza e un secondo anno suddiviso presso il Campus Georgia Tech in Atlanta (Georgia, US) e presso il Campus Georgia Tech Lorraine (Metz, Francia). Dettagli disponibili sul sito web <http://inspatdiet.uniroma1.it>.

## **Part-Time**

Gli studenti immatricolati e gli studenti del corso di studio che sono impegnati contestualmente in altre attività possono richiedere di fruire dell'istituto del Part-Time e conseguire un minor numero di CFU annui rispetto a quelli previsti di norma per ciascun anno di corso.

Le norme e le modalità relative all'istituto del part-time sono indicate nel Regolamento di Ateneo. Si rimanda alle norme generali emesse dall'Ateneo per la regolazione dei diritti e dei doveri degli studenti Part-Time.

## **Caratteristiche della Prova Finale**

La prova finale consiste nella discussione della tesi di laurea e comporta l'acquisizione di 23 CFU. La tesi di laurea è svolta dal candidato sotto la supervisione di un docente del Consiglio d'Area in Ingegneria delle Telecomunicazioni e costituisce un banco di prova per la verifica delle conoscenze acquisite dallo studente e della sua capacità di approfondirle e applicarle in modo autonomo in un contesto specifico, contribuendo in prima persona all'identificazione di problemi e all'elaborazione e valutazione di soluzioni.

Coordinato con la tesi di laurea per la prova finale, è previsto di norma lo svolgimento di ulteriori attività formative corrispondenti a 1 CFU.

## Sbocchi Occupazionali e Professionali

La laurea magistrale in Ingegneria delle Comunicazioni nasce dall'esigenza (a livello nazionale e internazionale) di nuove figure professionali ad ampio spettro nell'ambito dell'ICT. Coerentemente, quindi, con il profilo multi e inter-disciplinare precedentemente delineato, i possibili sbocchi professionali di un laureato magistrale in Ingegneria delle Comunicazioni investono l'intera area dei sistemi e servizi per l'elaborazione/comunicazione, e comprendono:

- aziende manifatturiere di apparati e sistemi di telecomunicazione, nelle quali sono richieste competenze nelle tecnologie avanzate dell'informazione e della comunicazione per la progettazione, sviluppo, verifica e integrazione di sistemi di comunicazione ed elaborazione delle informazioni, a vari livelli architetturali;
- gestori e operatori di reti e servizi di tlc, per tutte le funzioni dalla progettazione di sistemi di elaborazione delle informazioni e di comunicazione, alla loro messa in campo e validazione, alla valutazione della qualità del servizi offerto, all'ottimizzazione tecnico-economica dell'offerta di servizi e infrastrutture per clienti privati e pubblici, alla messa in sicurezza delle reti e delle infrastrutture critiche, alla capacità di introdurre e integrare tecnologie innovative, all'elaborazione di normativa tecnica di riferimento;
- aziende installatrici di apparati e reti di telecomunicazioni, per finalità di progettazione e dimensionamento degli impianti e degli apparati, valutazione e validazione dei progetti e dei manufatti, ottimizzazione dei processi di manutenzione e gestione operativa;
- aziende e studi di consulenza/assistenza per la progettazione e realizzazione di infrastrutture e servizi di comunicazione e trattamento delle informazioni (web services; reti virtualmente private (VPN); reti sicure; intranet, reti P2P; reti wireless sia locali sia geografiche, quali WiFi, WiMax; reti di sensori);
- enti di pubblica utilità, che fanno capo a organi della Pubblica Amministrazione centrale o locale e della Pubblica Sicurezza, enti di pubblico controllo con compiti di regolamentazione e supervisione (per es. enti normatori, Autorità pubbliche, quale AGCOM, Autorità per la privacy, Autorità Nazionale per la Sicurezza);
- aziende di progettazione e installazione di sistemi di monitoraggio di varia natura (ambientale, beni culturali, biomedico, processi industriali, traffico autoveicolare, navale, aereo, etc.);
- aziende di progettazione e installazione di sistemi di sicurezza (reti di sorveglianza, riconoscimento e classificazione di criticità, controlli di accesso, reti multi-sensore per il controllo ambientale);
- aziende di progettazione di sistemi satellitari e per la radiolocalizzazione (RADAR, radio-aiuti alla navigazione, apparati satellitari);
- enti di certificazione e laboratori di valutazione di processi, prodotti e sistemi (per es. nel campo della sicurezza delle comunicazioni e dell'elaborazione delle informazioni);
- centri di ricerca e sviluppo, sia accademici sia industriali, per l'innovazione delle tecniche e delle tecnologie impiegate nei sistemi di comunicazione ed elaborazione delle informazioni, incluse applicazioni ai sistemi complessi e distribuiti (per es. applicazione di paradigmi biologici);
- aziende manifatturiere dei settori audio-visivo; studio, progettazione e industrializzazione di apparati audio, audio-video, per la produzione la post-produzione per l'intrattenimento e lo spettacolo;
- centri di ricerca e di sviluppo per la l'innovazione del prodotto e dei processi produttivi nel settore delle tecnologie multimodali, multimediali e per la comunicazione audio-visiva; definizione di prodotti innovativi per la comunicazione, l'intrattenimento e studio di nuove modalità di fruizione e di distribuzione dei contenuti multimediali in reti fisse e mobili;
- aziende di progettazione e installatrici di apparati e per il cinema, lo spettacolo e l'intrattenimento; studi di produzione e post-produzione cinematografica, televisiva e discografica, studi televisivi, radiofonici, apparati e infrastrutture per lo spettacolo e l'intrattenimento;
- imprese e enti di ricerca nell'ambito della progettazione e dello sviluppo di sistemi intelligenti per l'elaborazione dell'informazione basati su tecniche di intelligenza computazionale, machine learning, pattern recognition, deep learning e granular computing.

## Manifesto

Il Manifesto si articola nelle seguenti parti:

- Insegnamenti comuni
- Insegnamenti opzionali, vincolati con gruppi di scelte;
- Altre attività formative

### Insegnamenti comuni (54 CFU)

Insegnamento	SSD	CFU	Sem.	Anno	Tipo	Lingua
Elaborazione statistica dei segnali	ING-INF/03	9	1	I	B	IT
Sistemi di accesso	ING-INF/03	9	1	I	B	IT
Teoria dell'informazione e codici	ING-INF/03	9	1	I	B	IT
Machine learning	ING-IND/31	9	2	I	C	IT
Sistemi RADAR	ING-INF/03	9	2	I	B	IT
Tecniche e modelli di rete	ING-INF/03	9	2	I	B	IT

### Insegnamenti opzionali (24 CFU)

Insegnamento	SSD	CFU	Sem.	Anno	Tipo
Un insegnamento a scelta tra quelli del Gruppo LAB		6	4	II	C
Un insegnamento a scelta tra quelli del Gruppo COM		6	3 / 4	II	C
Un insegnamento a scelta tra quelli del Gruppo ELM		6	3 / 4	II	C
Un insegnamento a scelta tra quelli del Gruppo GEN (*)		6	3 / 4	II	C

### Altre attività formative (42 CFU)

Attività	CFU	Sem.	Anno	Tipo
A scelta dello studente	12	3 / 4	II	E
Prova finale	23	4	II	D
Ulteriori attività formative, coordinate con la prova finale	1			F
Altre attività utili nel mondo del lavoro	3/6	3	II	F
Ulteriori conoscenze linguistiche (Inglese)	0/3	3	II	

*(\*) Come precedentemente puntualizzato nella presentazione dei Requisiti d'Ammissione, per i laureati in Ingegneria delle Comunicazioni presso l'Università "La Sapienza" di Roma (ordinamento 509 o 270) che non abbiano già sostenuto l'esame di Elaborazione Numerica dei Segnali, la scelta tra gli insegnamenti del gruppo GEN è sostituita dall'insegnamento Elaborazione Numerica dei Segnali (SSD ING-INF/03, 6CFU, 2Sem, Anno I, Tipo B, Lingua IT).*

L'acquisizione dei CFU assegnati alle altre attività utili nel mondo del lavoro avviene mediante svolgimento di attività di tutoraggio rivolta agli studenti del I semestre del I anno di corso della Laurea in Ingegneria delle Comunicazioni.

Il numero di tali CFU è pari a 3 nel caso in cui sia stato ritenuto necessario il conseguimento dei 3CFU di ulteriori conoscenze linguistiche, cfr. con quanto precedentemente riportato circa la verifica della preparazione personale. Diversamente, qualora in sede di verifica della preparazione personale non sia stato ritenuto necessario il conseguimento dei 3CFU di ulteriori conoscenze linguistiche, il numero di CFU assegnati alle altre attività utili nel mondo del lavoro è pari a 6.

Per i CFU a scelta, lo studente può avvalersi degli insegnamenti erogati in uno qualsiasi dei corsi di laurea o laurea magistrale attivati nell'Università "La Sapienza" di Roma, con il solo vincolo della coerenza rispetto al percorso formativo, ai sensi dell'art. 29, comma 4, del Manifesto Generale degli Studi della Sapienza.

Di seguito sono definiti i gruppi di insegnamenti a scelta citati nello schema di percorso formativo.

### GRUPPO LAB – Laboratorio (TIPO C)

Insegnamento	SSD	CFU	Sem.	Anno	Lingua
Laboratorio per l'elaborazione multimediale	ING-IND/31	6	4	II	IT
Laboratory of network design and configuration	ING-INF/03	6	4	II	ING
RADAR and remote sensing laboratory	ING-INF/03	6	4	II	ING

**GRUPPO ELM – Elettromagnetismo**

Insegnamento	SSD	CFU	Sem.	Anno	Lingua
Antenne e propagazione	ING-INF/02	6	3	II	IT
Engineering electromagnetics	ING-INF/02	6	4	II	ING
Earth Observation*	ING-INF/02	6	4	II	ING
Optical communication systems	ING-INF/03	6	4	II	ING

\* Corso erogato da altro Corso di Laurea.

**GRUPPO COM - Sistemi di Telecomunicazioni, Internet, Sistemi RADAR e Multimedialità**

Insegnamento	SSD	CFU	Sem.	Anno	Lingua
Computational intelligence	ING-IND/31	6	3	II	ING
Digital audio signal processing	ING-IND/31	6	3	II	ING
Elaborazione delle immagini RADAR	ING-INF/03	6	3	II	IT
Multimedia systems for 5G	ING-INF/03	6	4	II	ING
Network traffic engineering	ING-INF/03	6	4	II	ING
Optical communication systems (se non già scelto nel gruppo ELM)	ING-INF/03	6	2	I	ING
RADAR multifascio e multifunzione	ING-INF/03	6	3	II	IT
Reti mobili e multimediali	ING-INF/03	6	4	II	IT
Sistemi cablati a banda larga	ING-INF/03	6	3	II	IT
Sistemi RADAR spaziali	ING-INF/03	6	3	II	IT
Tecniche audiovisive	ING-IND/31	6	4	II	IT

**GRUPPO GEN – Completamento generale**

Insegnamento	SSD	CFU	Sem.	Anno	Lingua
Tutti gli insegnamenti del Gruppo COM					
Advanced antenna engineering*	ING-INF/02	6	4	II	ING
Calcolo numerico <sup>(1)</sup>	MAT/08	6	4	II	IT
Circuiti e algoritmi per il machine learning*	ING-IND/31	6	3	II	IT
Discrete mathematics* <sup>(1)</sup>	MAT/03	6	4	II	ING
Elaborazione delle immagini*	ING-INF/03	6	4	II	IT
Economia e organizzazione aziendale <sup>(1)*</sup>	ING-IND/35	6	4	II	IT
Machine learning for signal processing*	ING-IND/31	6	2	II	ING
Mathematical methods for information engineering <sup>(1)</sup>	MAT/05	6	4	II	ING
Network infrastructures*	ING-INF/03	6	3	II	ING
Neural networks*	ING-IND/31	6	3	II	ING
Pattern recognition*	ING-IND/31	6	4	II	ING
Radiotecnica terrestre e satellitare *	ING-INF/01	6	4	II	IT
Smart environments*	ING-INF/03	6	4	II	ING
Ultra Wide Band radio fundamentals*	ING-INF/03	6	3	II	ING

\* Corso erogato da altro Corso di Laurea.

(1) Se non già sostenuto in percorsi formativi precedenti.

Tra le altre attività formative sono previsti 12 CFU a scelta dello studente.

Per una formazione completa della figura professionale dell'Ingegnere delle Comunicazioni, e per l'importanza che riveste in ambito lavorativo la parte economico-gestionale, si raccomanda fortemente di considerare l'inserimento nel piano di studi almeno un insegnamento di area gestionale (ING-IND-35), oltre all'insegnamento "Economia e organizzazione aziendale" (se non già sostenuto in percorsi formativi precedenti). L'inserimento di tali insegnamenti può avvenire utilizzando i 12 CFU a scelta libera.

Per convenienza dello studente si riportano di seguito alcuni suggerimenti per i corsi a scelta dello studente da inserire nello schema di percorso formativo.

Usando gli insegnamenti del gruppo COM e del gruppo GEN, e i 12 CFU a scelta dello studente è possibile formare un percorso di studio all'interno di uno dei completamenti consigliati:

<p>Completamento in ambito <i>Communication &amp; Computing</i></p>	<p>Computational intelligence Distributed systems Elaborazione delle immagini Engineering electromagnetics Network traffic engineering Optical communication systems Reti mobili e multimediali Sistemi cablati a banda larga Smart environments</p>
<p>Completamento in ambito <i>TLC Networking</i></p>	<p>Antenne e propagazione Network traffic engineering Network infrastructures Optical communication systems Reti mobili e multimediali Sistemi cablati a banda larga Smart environments Ultra wide band radio fundamentals</p>
<p>Completamento in ambito <i>RADAR, Remote Sensing &amp; Navigation</i></p>	<p>Antenne e propagazione Elaborazione delle immagini RADAR Mathematical methods for information engineering Osservazione della terra RADAR multifascio e multifunzione Sistemi di assistenza al volo Sistemi RADAR spaziali Sistemi radiomobili e satellitari</p>
<p>Completamento in ambito <i>Signal Processing for Audio, Video &amp; Multimedia</i></p>	<p>Calcolo numerico Computational intelligence Discrete mathematics Digital audio signal processing Elaborazione delle immagini Machine learning for signal processing Multimedia systems for 5G Neural networks Pattern recognition Tecniche audiovisive</p>
<p>Completamento in ambito <i>Innovative Communication</i></p>	<p>Advanced antenna engineering Engineering electromagnetics Multimedia systems for 5G Network infrastructures Network traffic engineering Security systems Ultra Wide Band Radio Fundamentals</p>



<p>Completamento in ambito <i>TLC Management</i></p>	<p>Economia e organizzazione aziendale Mathematical methods for information engineering Network infrastructures Network traffic engineering Reti mobili e multimediali</p>
<p>Completamento in ambito <i>Web and Network Programming</i></p>	<p>Interazione sul Web Network infrastructures Programmazione per il web Teoria dei grafi Web and social information extraction</p>
<p>Completamento in ambito <i>Machine Learning Engineering and Computational Intelligence</i></p>	<p>Computational intelligence Circuiti e algoritmi per il machine learning Digital audio signal processing Elaborazione delle immagini Machine learning for signal processing Neural networks Pattern recognition</p>

***In ogni caso, resta fermo il diritto dello studente di scegliere 12CFU tra gli insegnamenti erogati in uno qualsiasi dei corsi di laurea attivati nell'Università "La Sapienza" di Roma, con il solo vincolo della coerenza rispetto al percorso formativo, ai sensi dell'art. 29, comma 4, del Manifesto Generale degli Studi della Sapienza.***

Legenda

Tipologia attività Formativa: di base A, caratterizzanti B, affini e integrative C, a scelta dello studente D, relative alla prova finale E, altre attività formative F (art. 10, comma 1 lettera d del DM 270/04).

Semestre: es. 1 indica il 1° semestre del I anno, 3 indica 1° semestre del II anno.

Per ciascun insegnamento possono essere previste lezioni frontali, esercitazioni, laboratori, lavori di gruppo, e ogni altra attività che il docente ritenga utile alla didattica.

La verifica dell'apprendimento relativa a ciascun insegnamento avviene di norma attraverso un esame (E) che può prevedere prove orali e/o scritte secondo modalità definite dal docente e comunicate insieme al programma. Per alcune attività non è previsto un esame ma un giudizio di idoneità (V); anche in questo caso le modalità di verifica sono definite dal docente.

**Lo studente che abbia già sostenuto tutti gli esami previsti per il primo anno di corso, può chiedere l'anticipo di due esami previsti per l'anno successivo.**

## Percorso Differenziato per i Laureati in Ingegneria Elettronica presso l'Università "La Sapienza" di Roma

Per i laureati in Ingegneria Elettronica presso l'Università "La Sapienza" di Roma, il percorso differenziato standard prevede i seguenti Insegnamenti Comuni e Insegnamenti Opzionali, in sostituzione di quanto sopra riportato.

### Insegnamenti comuni (60 CFU)

Insegnamento	SSD	CFU	Sem.	Anno	Tipo	Lingua
Elaborazione statistica dei segnali	ING-INF/03	9	1	I	B	IT
Sistemi di accesso	ING-INF/03	9	1	I	B	IT
Teoria dell'informazione e codici	ING-INF/03	9	1	I	B	IT
Machine Learning	ING-IND/31	9	2	I	C	IT
Sistemi RADAR	ING-INF/03	9	2	I	B	IT
Internet	ING-INF/03	9	2	I	B	IT
Elaborazione numerica dei segnali	ING-INF/03	6	2	I	B	IT
Altre attività utili nel mondo del lavoro (Tutoraggio)		3	3-4	II	F	IT

### Insegnamenti opzionali (18 CFU)

Insegnamento	SSD	CFU	Sem.	Anno	Tipo
Un insegnamento a scelta tra quelli del Gruppo LAB		6	4	II	C
Un insegnamento a scelta tra quelli del Gruppo COM		6	3 / 4	II	C
Un insegnamento a scelta tra quelli del Gruppo GEN		6	3 / 4	II	C

A seguito di una valutazione dei contenuti acquisiti nella carriera individuale degli allievi, e della individuazione di uno specifico piano di studio proposto, è facoltà del CAD-TLC accettare percorsi differenziati sino a un massimo di ulteriori 12CFU.

## Percorso Differenziato per i Laureati in Ingegneria dell'Informazione presso l'Università "La Sapienza" di Roma (Sede di Latina)

Per i laureati in Ingegneria dell'Informazione presso l'Università "La Sapienza" di Roma (Sede di Latina) il percorso differenziato standard prevede i seguenti Insegnamenti Comuni e Insegnamenti Opzionali, in sostituzione di quanto sopra riportato.

### Insegnamenti comuni (60 CFU)

Insegnamento	SSD	CFU	Sem.	Anno	Tipo	Lingua
Elaborazione statistica dei segnali	ING-INF/03	9	1	I	B	IT
Sistemi di accesso	ING-INF/03	9	1	I	B	IT
Teoria dell'informazione e codici	ING-INF/03	9	1	I	B	IT
Machine Learning	ING-IND/31	9	2	I	C	IT
Sistemi RADAR	ING-INF/03	9	2	I	B	IT
<i>Internet</i> oppure <i>Tecniche e modelli di rete</i>	ING-INF/03	9	2	I	B	IT
<i>Elaborazione numerica dei segnali</i>	ING-INF/03	6	2	I	B	IT
Altre attività utili nel mondo del lavoro (Tutoraggio)		3	3-4	II	F	IT

### Insegnamenti opzionali (18 CFU)

Insegnamento	SSD	CFU	Sem.	Anno	Tipo
Un insegnamento a scelta tra quelli del Gruppo LAB		6	4	II	C
Un insegnamento a scelta tra quelli del Gruppo COM		6	3 / 4	II	C
Un insegnamento a scelta tra quelli del Gruppo GEN		6	3 / 4	II	C

La determinazione dell'alternativa tra Internet oppure Tecniche e Modelli di Rete è condizionata dalla presenza dell'insegnamento Reti di Telecomunicazioni nella carriera dello studente; in questo caso, saranno sufficienti 3CFU per l'attività di tutoraggio.

Inoltre, l'insegnamento Elaborazione Numerica dei Segnali sarà sostituito da un ulteriore insegnamento a scelta nel gruppo COM nel caso sia presente l'insegnamento Teoria dei Circuiti II nella carriera dello studente.

A seguito di una valutazione dei contenuti acquisiti nella carriera individuale degli allievi, e della individuazione di uno specifico piano di studio proposto, è facoltà del CAD-TLC accettare percorsi differenziati sino a un massimo di ulteriori 12CFU.

**Percorso Differenziato per i Laureati nella Classe dell'Ingegneria dell'Informazione presso l'Università "La Sapienza" di Roma, a esclusione di Ingegneria Elettronica.**

Per i laureati per i laureati nella Classe dell'Ingegneria dell'Informazione (Classe 8 nell'ordinamento del D.M. 270/04 e Classe 9 nell'ordinamento del D.M. 509/99) presso l'Università "La Sapienza" di Roma, a esclusione di Ingegneria Elettronica, il percorso differenziato standard prevede per gli Insegnamenti Comuni e Insegnamenti Opzionali, in sostituzione di quanto sopra riportato, la scelta di una delle tre soluzioni

**Alternativa A (scelte in ambito Reti)**

**Insegnamenti comuni (66 CFU)**

Insegnamento	SSD	CFU	Sem.	Anno	Tipo	Lingua
Elaborazione statistica dei segnali	ING-INF/03	9	1	I	B	IT
Sistemi di accesso	ING-INF/03	9	1	I	B	IT
Teoria dell'informazione e codici	ING-INF/03	9	1	I	B	IT
Campi elettromagnetici	ING-INF/02	9	2	I	C	IT
Teoria dei segnali	ING-INF/03	12	2	I	B	IT
Tecniche e modelli di rete	ING-INF/03	9	2	I	B	IT
Elaborazione numerica dei segnali	ING-INF/03	6	2	I	B	IT
Tutoraggio	AAF	3	3	II	F	

**Insegnamenti opzionali (12 CFU)**

Insegnamento	SSD	CFU	Sem.	Anno	Tipo
Un insegnamento a scelta tra quelli del Gruppo LAB		6	4	II	C
Un insegnamento a scelta tra quelli del Gruppo COM		6	3 / 4	II	C

**Alternativa B (scelte verso Multimediale)****Insegnamenti comuni (66 CFU)**

Insegnamento	SSD	CFU	Sem.	Anno	Tipo	Lingua
Elaborazione statistica dei segnali	ING-INF/03	9	1	I	B	IT
Sistemi di accesso	ING-INF/03	9	1	I	B	IT
Teoria dell'informazione e codici	ING-INF/03	9	1	I	B	IT
Machine Learning	ING-IND/31	9	2	I	C	IT
Campi elettromagnetici	ING-INF/02	9	2	I	C	IT
Teoria dei segnali	ING-INF/03	12	2	I	B	IT
Elaborazione numerica dei segnali	ING-INF/03	6	2	I	B	IT
Tutoraggio	AAF	3	3	II	F	

**Insegnamenti opzionali (12 CFU)**

Insegnamento	SSD	CFU	Sem.	Anno	Tipo
Un insegnamento a scelta tra quelli del Gruppo LAB		6	4	II	C
Un insegnamento a scelta tra quelli del Gruppo COM		6	3 / 4	II	C

**Alternativa C (scelte verso RADAR e Telerilevamento)****Insegnamenti comuni (66 CFU)**

Insegnamento	SSD	CFU	Sem.	Anno	Tipo	Lingua
Elaborazione statistica dei segnali	ING-INF/03	9	1	I	B	IT
Sistemi di accesso	ING-INF/03	9	1	I	B	IT
Teoria dell'informazione e codici	ING-INF/03	9	1	I	B	IT
Elaborazione numerica dei segnali	ING-INF/03	6	2	I	B	IT
Campi elettromagnetici	ING-INF/02	9	2	I	C	IT
Sistemi RADAR	ING-INF/03	9	2	I	B	IT
Teoria dei segnali	ING-INF/03	12	2	I	B	IT
Tutoraggio	AAF	3	3	II	F	

**Insegnamenti opzionali (12 CFU)**

Insegnamento	SSD	CFU	Sem.	Anno	Tipo
Un insegnamento a scelta tra quelli del Gruppo LAB		6	4	II	C
Un insegnamento a scelta tra quelli del Gruppo COM		6	3 / 4	II	C

Le alternative A, B, C saranno accettabili da parte del CAD-TLC solo in connessione con scelte nei gruppi LAB, COM, GEN coerenti con percorsi decisamente orientati all'area delle reti di telecomunicazioni, della multimedialità e dei sistemi RADAR e di telerilevamento.

Per tutte le alternative sono previsti ulteriori 3CFU di altre attività utili nel mondo del lavoro che prevedono lo svolgimento di attività di tutoraggio rivolta agli studenti del I e del II semestre del I e del II anno di corso della Laurea in Ingegneria delle Comunicazioni.

**Offerta didattica in lingua inglese**

È possibile sostenere il secondo anno del corso di laurea magistrale interamente in lingua inglese, come illustrato di seguito:

**Insegnamenti opzionali (24 CFU)**

Insegnamento	SSD	CFU	Sem.	Anno	Tipo
Un insegnamento a scelta tra quelli del Gruppo LAB		6	4	II	C
Un insegnamento a scelta tra quelli del Gruppo COM		6	3 / 4	II	C
Un insegnamento a scelta tra quelli del Gruppo ELM		6	3 / 4	II	C
Un insegnamento a scelta tra quelli del Gruppo GEN		6	3 / 4	II	C

**GRUPPO LAB – Laboratorio (TIPO C)**

Insegnamento	SSD	CFU	Sem.	Anno	Lingua
Laboratory of network design and configuration	ING-INF/03	6	4	II	ING
RADAR and remote sensing laboratory	ING-INF/03	6	4	II	ING

**GRUPPO ELM – Elettromagnetismo**

Insegnamento	SSD	CFU	Sem.	Anno	Tipo	Lingua
Engineering electromagnetics	ING-INF/02	6	3	II	C	ING
Optical Communications Systems						

**GRUPPO COM (Sistemi di Telecomunicazioni, Internet & Sistemi RADAR e Multimedialità)**

Insegnamento	SSD	CFU	Sem.	Anno	Lingua
Multimedia systems for 5G	ING-INF/03	6	4	II	ING
Network traffic engineering	ING-INF/03	6	4	II	ING
Computational intelligence	ING-IND/31	6	3	II	ING
Ultra wide band radio fundamentals	ING-INF/03	6	3	II	ING

**GRUPPO GEN – Completamento generale**

Insegnamento	SSD	CFU	Sem.	Anno	Lingua
Tutti gli insegnamenti del Gruppo COM					
Network infrastructures*	ING-INF/03	6	3	II	ING
Ultra wide band radio fundamentals*	ING-INF/03	6	3	II	ING
Neural networks*	ING-IND/31	6	3	II	ING

\* Corso erogato da altro Corso di Laurea.

**Altre attività formative (42 CFU)**

Attività	CFU	Sem.	Anno	Tipo
A scelta dello studente (offerta in lingua inglese)	12	3 / 4	II	E
Prova finale in lingua inglese	23	4	II	D
Ulteriori attività formative, coordinate con la prova finale	1			F
Altre attività utili nel mondo del lavoro	3/6	3	II	F
Ulteriori conoscenze linguistiche (Inglese)	3/0	3	II	

L'acquisizione dei CFU assegnati alle altre attività utili nel mondo del lavoro avviene mediante svolgimento di attività di tutoraggio rivolta agli studenti del I semestre del I anno di corso della Laurea in Ingegneria delle Comunicazioni.

Il numero di tali CFU è pari a 3 nel caso in cui sia stato ritenuto necessario il conseguimento dei 3CFU di ulteriori conoscenze linguistiche, cfr. con quanto precedentemente riportato circa la verifica della preparazione personale. Diversamente, qualora in sede di verifica della preparazione personale non sia stato ritenuto necessario il conseguimento dei 3CFU di ulteriori conoscenze linguistiche, il numero di CFU assegnati alle altre attività utili nel mondo del lavoro è pari a 6.

## **Norme Relative a Propedeuticità e Part Time**

Non sono previsti obblighi di frequenza se non per attività di laboratorio o altre attività pratiche.  
Non sono previste propedeuticità.

### **Studenti part-time**

Gli immatricolandi e gli studenti del corso di studio che sono impegnati contestualmente in altre attività possono richiedere di fruire dell'istituto del part-time e conseguire un minor numero di CFU annui, in luogo dei crediti previsti per il proprio anno di corso.

Le norme e le modalità relative all'istituto del part-time sono indicate nel Regolamento di Ateneo. Per la regolazione dei diritti e dei doveri degli studenti part-time si rimanda alle norme generali stabilite.

Il Corso di Laurea nominerà un tutor che supporterà gli studenti, a tempo parziale nel percorso formativo concordato.

## **Studenti Immatricolati a Ordinamenti Precedenti**

Lo studente, già iscritto a un Corso di Laurea o di Diploma della Facoltà di Ingegneria anteriormente all'anno accademico 2009/10, può chiedere il passaggio al Corso di Laurea in Ingegneria delle Comunicazioni, organizzato secondo le norme del DM 270/04, presentando domanda presso la Segreteria Amministrativa delle Facoltà di Ingegneria (c/o città universitaria). La domanda deve essere redatta secondo le modalità previste dalla Segreteria Amministrativa e dovrà comunque prevedere l'elenco degli esami superati per i quali si richiede il riconoscimento.

Il Consiglio d'Area Didattica di Ingegneria delle Comunicazioni delibererà gli esami riconosciuti e l'attribuzione dei relativi crediti. Il CAD-TLC provvederà inoltre, di concerto con lo studente, a definire il completamento del curriculum dello studente nell'ambito dell'Ordinamento 270 in accordo al presente Manifesto.

Il passaggio di Ordinamento con il relativo riconoscimento dei crediti già acquisiti e il piano di completamento del curriculum dovranno essere approvati con specifica delibera del CAD-TLC e avranno validità dalla data della seduta del CAD-TLC nella quale sarà presa la delibera.

Una volta effettuato il passaggio al nuovo ordinamento non sarà possibile ritornare al precedente ordinamento e potranno essere sostenuti solo esami dell'Ordinamento che segue il DM 270/04.

## **Trasferimenti**

Le domande di trasferimento al corso di Laurea Magistrale in Ingegneria delle Comunicazioni da altri corsi di Laurea di secondo livello saranno prese in esame dal CAD-TLC per verificare in base ai programmi degli esami superati, quali possono essere riconosciuti, con corrispondente attribuzione dei crediti acquisiti, e per definire un piano di studio di completamento del corso di studio.

I corsi seguiti nelle Università Europee o estere, con le quali la Facoltà di Ingegneria ha in vigore accordi, progetti e/o convenzioni, vengono riconosciuti secondo le modalità previste dagli accordi.

Gli studenti possono, previo autorizzazione del CAD-TLC, svolgere un periodo di studio all'estero nell'ambito del progetto LLP Erasmus. In conformità con il Regolamento didattico di Ateneo nel caso di studi, esami e titoli accademici conseguiti all'estero, il CAD-TLC esamina di volta in volta il programma ai fini dell'attribuzione dei crediti nei corrispondenti settori scientifici disciplinari.

## Informazioni Generali

**Programmi e testi d'esame:** Il programma e il materiale didattico dei singoli insegnamenti sono consultabili sul sito WEB del CAD-TLC raggiungibile all'indirizzo <https://web.uniroma1.it/ingegneriadellecomunicazioni>. Sono disponibili anche informazioni generali riguardanti il Consiglio di Area Didattica di Ingegneria delle Telecomunicazioni, nonché la compilazione dei Piani di Studio e l'indicazione degli orari di ricevimento della Segreteria Didattica.

### **Servizi di tutorato**

I seguenti docenti svolgono attività di tutorato e orientamento, secondo le modalità e gli orari indicati sul sito del Corso di Laurea:

Per il primo anno:

Roberto Cusani, Maria Gabriella Di Benedetto, Marco Listanti, Aurelio Uncini, Gaetano Scarano

Per il secondo anno

Andrea Baiocchi, Pierfrancesco Lombardo, Gaetano Scarano

Inoltre il Corso di studi si avvale dei servizi di tutorato messi a disposizione dalla Facoltà, utilizzando anche appositi contratti integrativi.

Tutti i docenti del Corso di studi svolgono attività di tutorato disciplinare a supporto degli studenti, negli orari pubblicati sul sito del Corso di Laurea.

**Valutazione della qualità:** Il Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria delle Comunicazioni, in collaborazione con la Facoltà, effettua la rilevazione dell'opinione degli studenti frequentanti per tutti i corsi di insegnamento tenuti. Il sistema di rilevazione è integrato con un percorso qualità la cui responsabilità è affidata al gruppo di auto-valutazione, docenti, studenti e personale del corso di studio. I risultati delle rilevazioni e delle analisi del gruppo di auto-valutazione sono utilizzati per effettuare azioni di miglioramento delle attività formative.