

# SMART<sup>®</sup> BUILDING EXPO

THE EUROPEAN EVENT  
ON THE DIGITAL AND ENERGY  
TWIN TRANSITION  
OF BUILDINGS AND CITIES

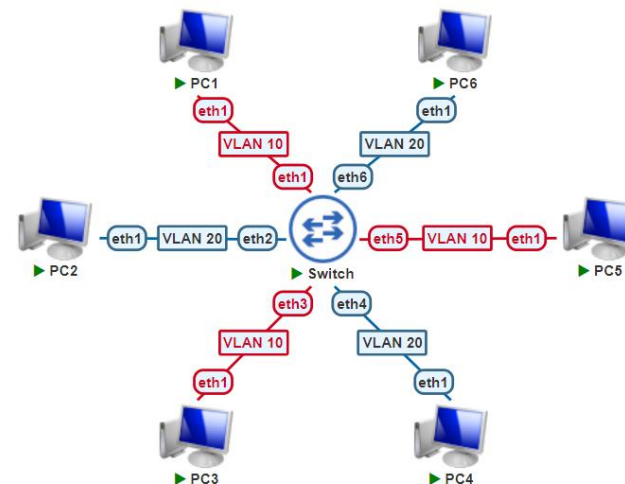
19 | 21 NOV 2025  
FIERAMILANO



ASSOCIAZIONE ITALIANA  
BUILDING AUTOMATION  
AND CONTROL SYSTEMS

# VLAN e IPv6

nella building automation



## Marco Boschini

- Socio AIBACS
- System Integrator dal 2008
- Formatore nel settore Building Automation e Networking
- Boschini Training Center
- KNX Tutor
- MikroTik Trainer
- Cisco Academy Instructor

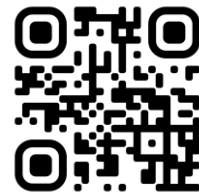




ASSOCIAZIONE ITALIANA  
BUILDING AUTOMATION  
AND CONTROL SYSTEMS

## A CHI CI RIVOLGIAMO

- **System Integrator**
- **Progettisti**
- **«Smart Installer»**
- **Investitori mercato immobiliare**
- **Produttori**

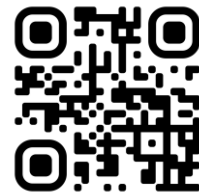




ASSOCIAZIONE ITALIANA  
BUILDING AUTOMATION  
AND CONTROL SYSTEMS

## SERVIZI

- **Supporto Tecnico**
- **Supporto Normativo**
- **Formazione**





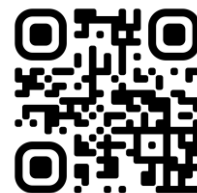
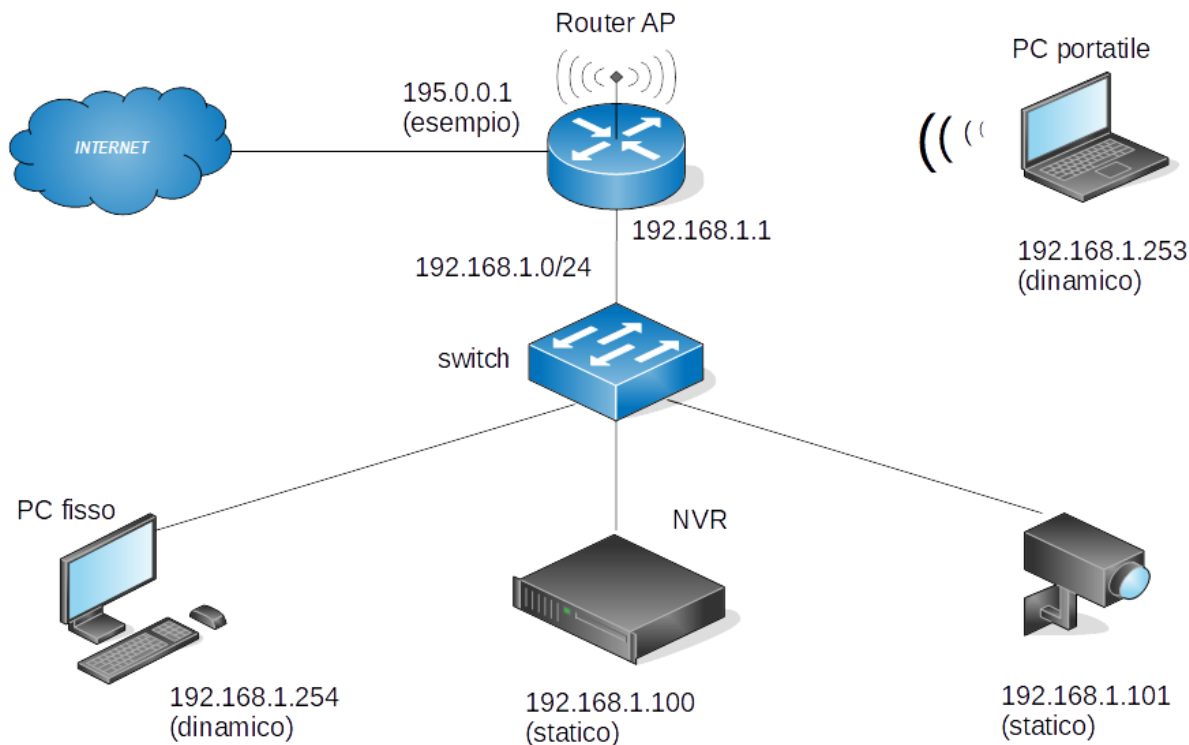
ASSOCIAZIONE ITALIANA  
BUILDING AUTOMATION  
AND CONTROL SYSTEMS

## SOCI

- **Studenti**
- **Soci Individuali**
- **Soci Professionali**
- **Soci Promotori**
- **Soci Sostenitori**
- **Partner Scientifici**



# Come funziona una rete IP



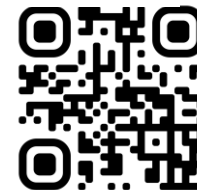
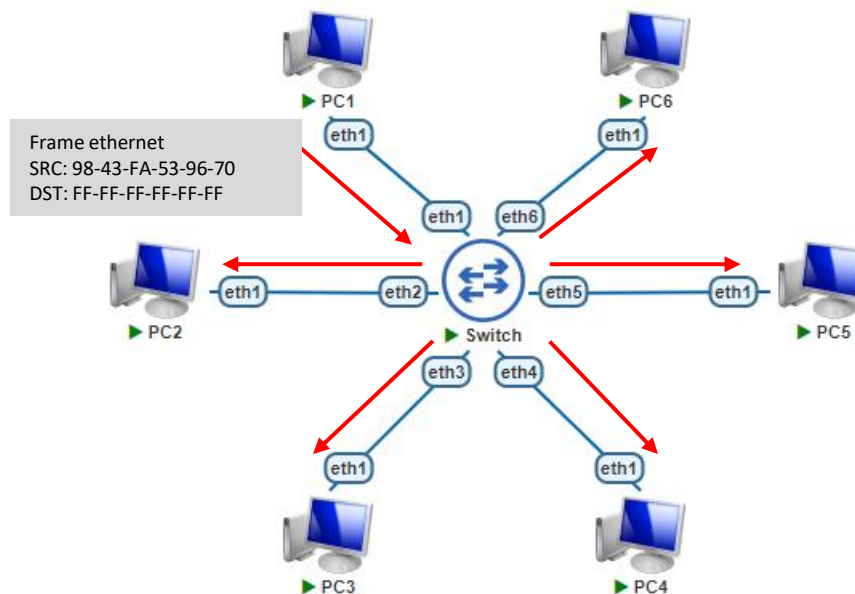
# LAN

Una LAN è un gruppo di computers o altri dispositivi nello stesso luogo che condividono la stessa rete fisica.

LAN è normalmente associata ad un dominio di broadcast ethernet (Layer 2).

**Un pacchetto ethernet di broadcast può raggiungere tutti i dispositivi di un dominio di broadcast.**

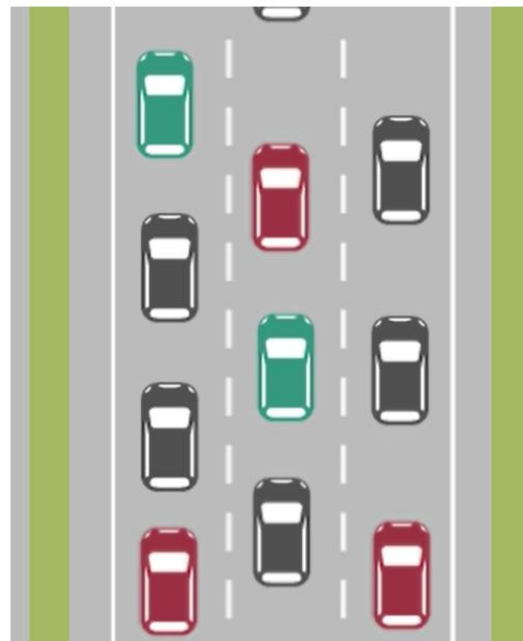
**FF:FF:FF:FF:FF:FF**





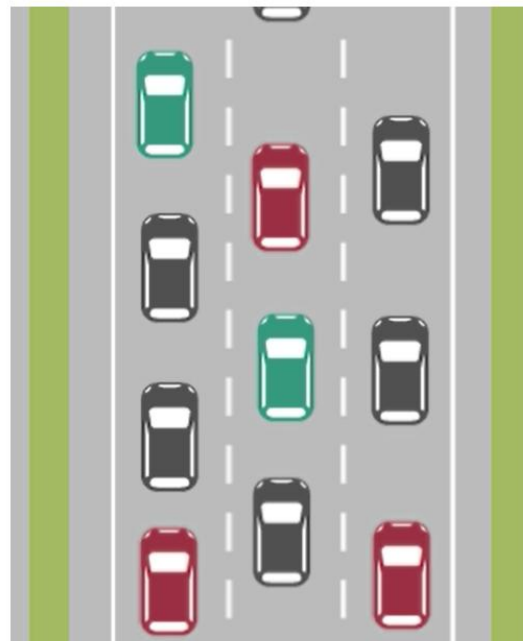
# LAN

Possiamo immaginare  
una rete LAN  
come una grande strada  
in cui transitano delle auto.



# LAN

Queste auto  
si possono vedere tra di loro  
anche se sono di colore diverse



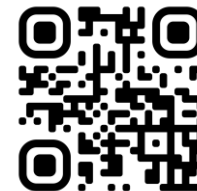
# Il mio MAC Address

Prompt dei comandi: **ipconfig \all**

```
Prompt dei comandi
Scheda LAN wireless Wi-Fi:

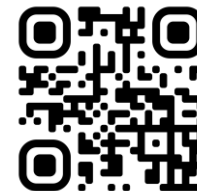
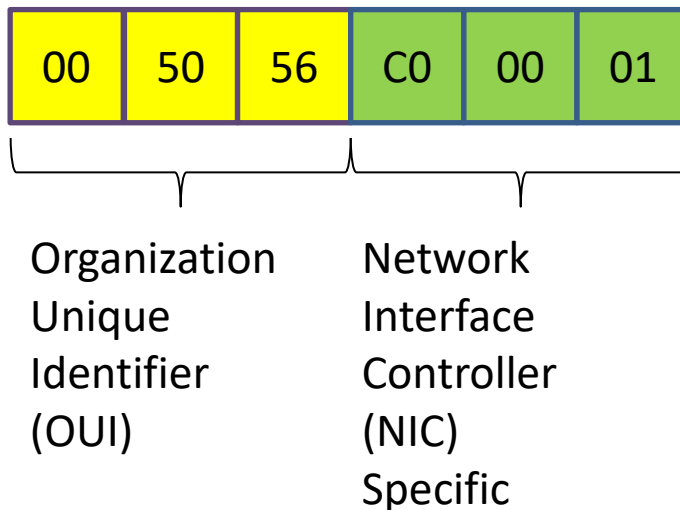
Suffisso DNS specifico per connessione:
Descrizione . . . . . : Intel(R) Wi-Fi 6 AX201 160MHz
Indirizzo fisico. . . . . : 98-43-FA-53-96-70
DHCP abilitato. . . . . : Sì
Configurazione automatica abilitata . . : Sì
Indirizzo IPv6 locale rispetto al collegamento . : fe80::60dc:81ac:dbad:ff7e%26(Preferenziale)
Indirizzo IPv4. . . . . : 192.168.32.254(Preferenziale)
Subnet mask . . . . . : 255.255.255.0
Lease ottenuto. . . . . : mercoledì 15 novembre 2023 22:52:21
Scadenza lease . . . . . : giovedì 16 novembre 2023 00:20:10
Gateway predefinito . . . . . : 192.168.32.1
Server DHCP . . . . . : 192.168.32.1
IAID DHCPv6 . . . . . : 278414330
DUID Client DHCPv6. . . . . : 00-01-00-01-29-6B-C9-CA-98-43-FA-53-96-70
Server DNS . . . . . : 192.168.32.1
NetBIOS su TCP/IP . . . . . : Attivato

C:\Users\Marco>
```

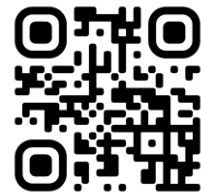


# Il mio MAC Address

MAC Address = **M**edia **A**ccess **C**ontrol **A**ddress



**Posso comunicare con un  
dispositivo connesso  
in rete LAN  
se NON ho un indirizzo IP?**



# Posso comunicare con un dispositivo se NON ho un indirizzo IP?

WinBox (64bit) v3.40 (Addresses)

File Tools

Connect To: **0C:68:59:E9:00:03**

Login: admin

Password: \*\*\*\*\*

Session:

Note: ISP1

Group:

RoMON Agent:

Add/Set

Managed Neighbors

Refresh

MAC Address	IP Address	Identity	Version
<b>0C:68:59:E9:00:03</b>	0.0.0.0	ISP1	7.10.2 (stab

1 item (1 selected)

admin@0C:68:59:E9:00:03 (ISP1) WinBox (64bit) v7.10.2 on CHR (x86\_64)

Session Settings Dashboard

Safe Mode Session: Uptime: 00:08:09 CPU: 3%

Address List

Address	Network	Interface
---------	---------	-----------

0 items

RouterOS WinBox

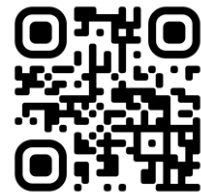
- Quick Set
- CAPsMAN
- Interfaces
- Wireless
- WireGuard
- Bridge
- PPP
- IP
- IPv6
- MPLS
- Routing
- System
- Tools
- Windows
- More



# **Esempio:**

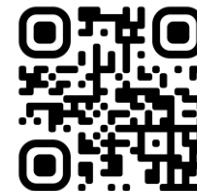
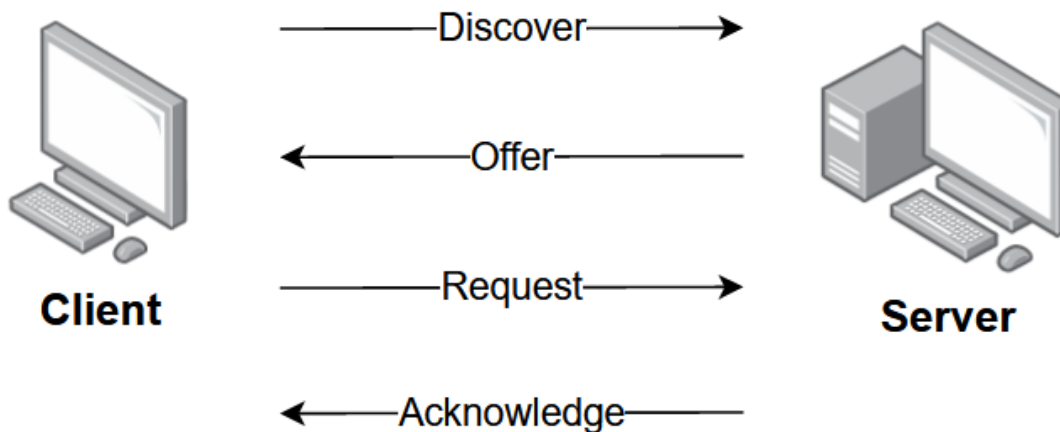
## **DHCP**

**Il protocollo con cui un  
dispositivo acquisisce  
un indirizzo IP**



# DHCP

## Dynamic Host Configuration Protocol





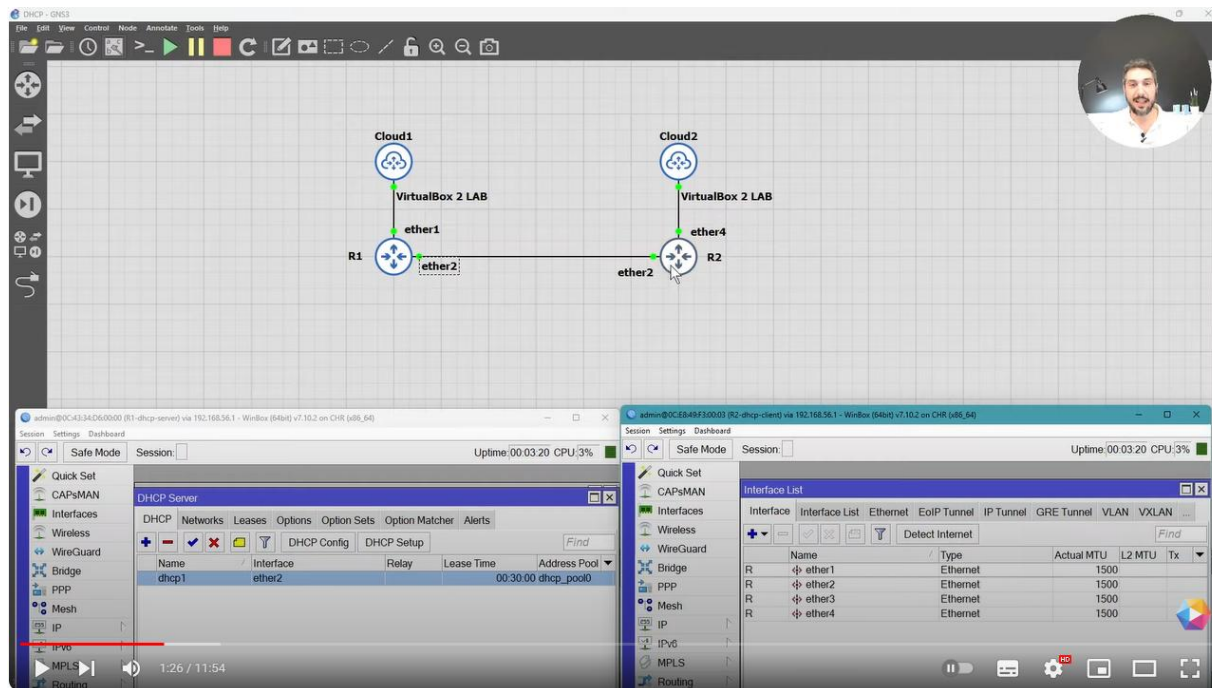
# DHCP

## Processo DORA

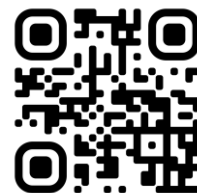
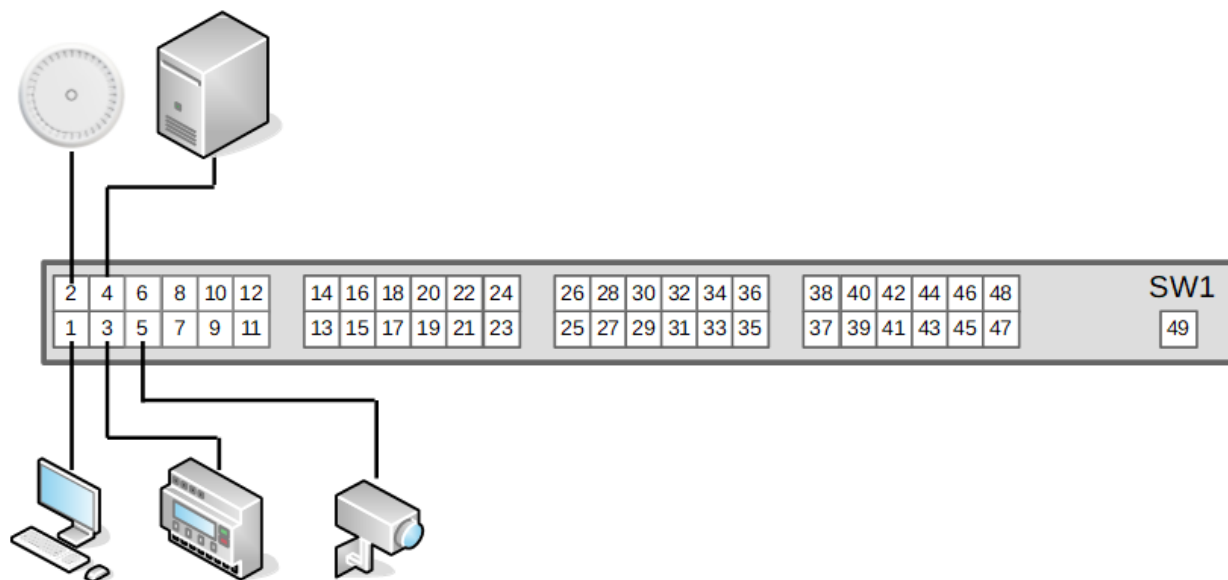
No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
1	0.000000	0.0.0.0	255.255.255.255	DHCP	342	DHCP Discover - Transaction ID 0xa647a8d5
2	0.124339	0c:43:34:d6:00:01	Broadcast	ARP	60	Who has 10.0.0.254? Tell 10.0.0.1
3	0.143220	0c:43:34:d6:00:01	Broadcast	ARP	60	Who has 10.0.0.254? Tell 10.0.0.1
4	0.706121	10.0.0.1	255.255.255.255	DHCP	342	DHCP Offer - Transaction ID 0xa647a8d5
5	0.713343	0.0.0.0	255.255.255.255	DHCP	342	DHCP Request - Transaction ID 0xa647a8d5
6	0.719172	10.0.0.1	255.255.255.255	DHCP	342	DHCP ACK - Transaction ID 0xa647a8d5
7	1.154109	0c:43:34:d6:00:01	Broadcast	ARP	60	Who has 10.0.0.254? Tell 10.0.0.1
8	1.158082	0c:e8:49:f3:00:01	0c:43:34:d6:00:01	ARP	60	10.0.0.254 is at 0c:e8:49:f3:00:01
9	1.160174	10.0.0.1	10.0.0.254	ICMP	70	Echo (ping) request id=0x8f00, seq=256/1, ttl=255 (reply in 10)
10	1.167525	10.0.0.254	10.0.0.1	ICMP	70	Echo (ping) reply id=0x8f00, seq=256/1, ttl=64 (request in 9)
11	6.191890	0c:e8:49:f3:00:01	0c:43:34:d6:00:01	ARP	60	Who has 10.0.0.1? Tell 10.0.0.254
12	6.193135	0c:43:34:d6:00:01	0c:e8:49:f3:00:01	ARP	60	10.0.0.1 is at 0c:43:34:d6:00:01



# Approfondimento Cerca su YouTube «Processo DORA»

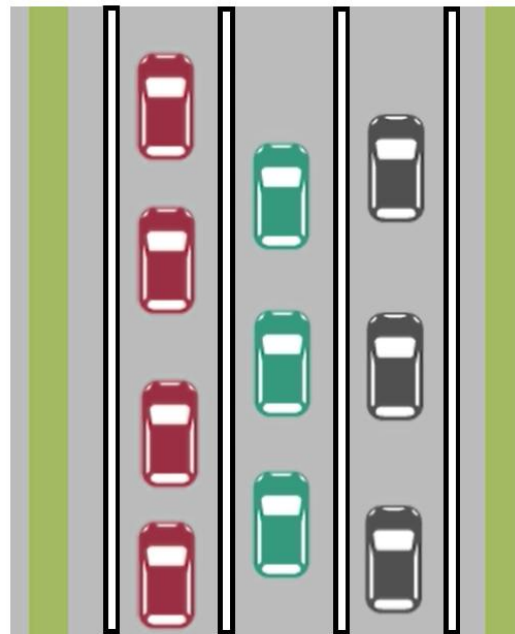
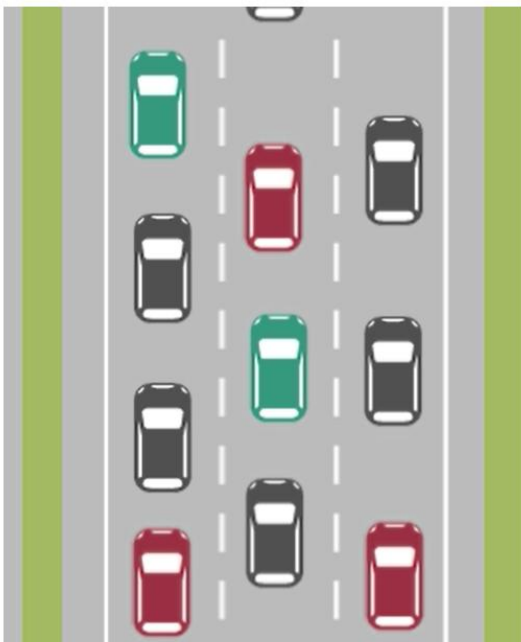


# LAN

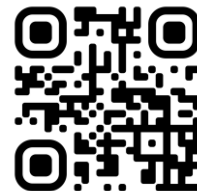
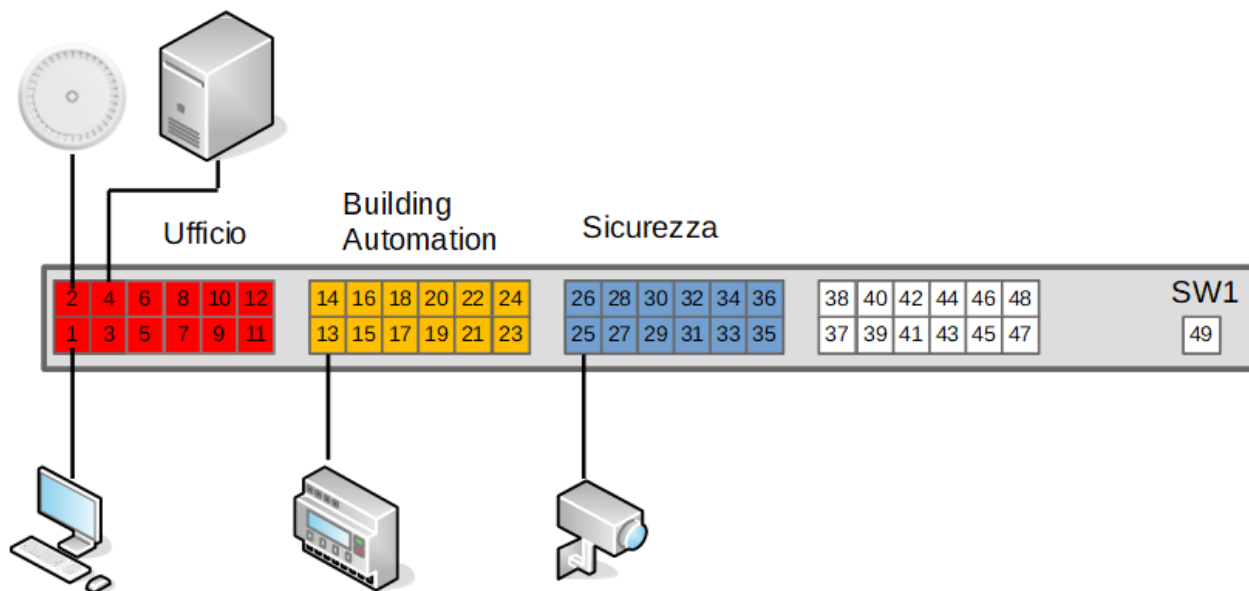


# LAN vs VLAN

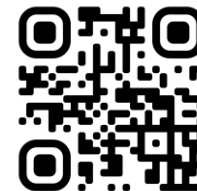
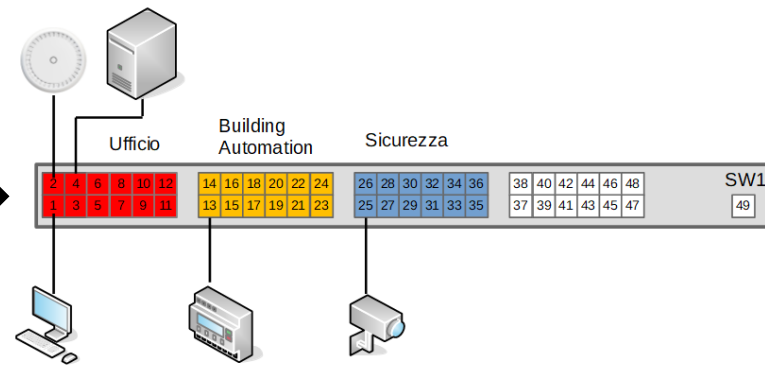
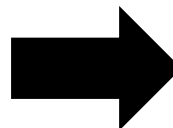
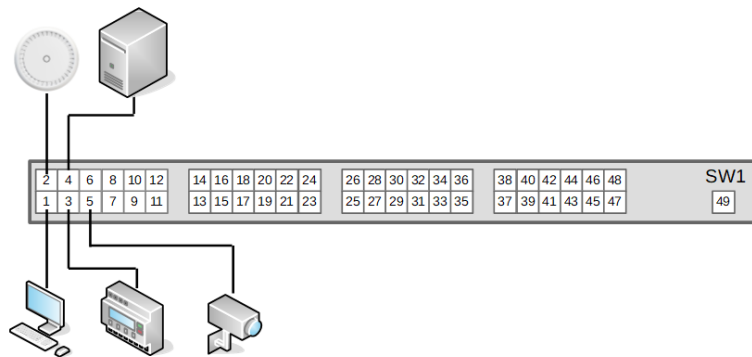
Dividiamo le corsie della nostra strada



# VLAN



# LAN → VLAN

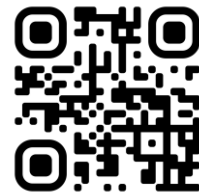
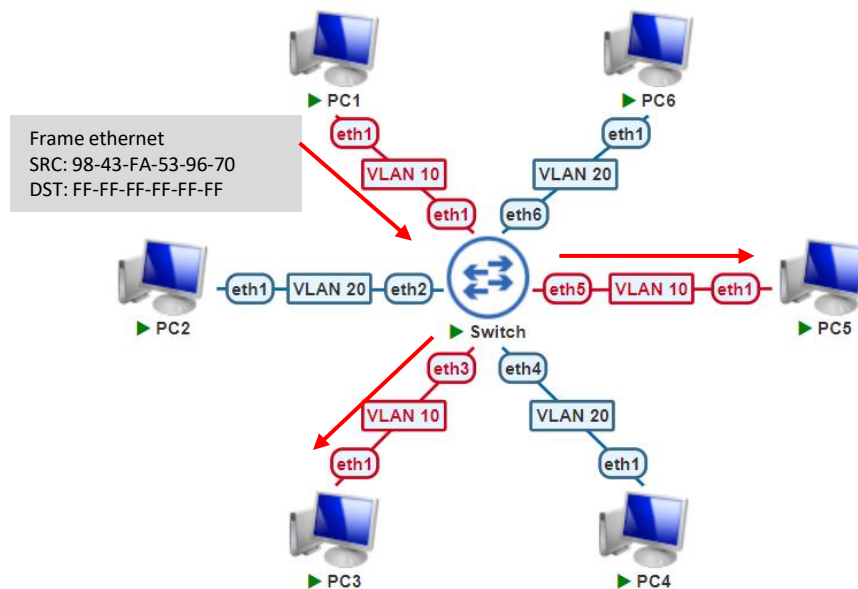


# VLAN

Si definisce Virtual LAN (VLAN) un dominio di broadcast che è diviso e isolato a livello data link layer (layer2).

VLAN divide una LAN fisica in multipli domini di broadcast.

VLAN aggiunge un TAG al frame ethernet.

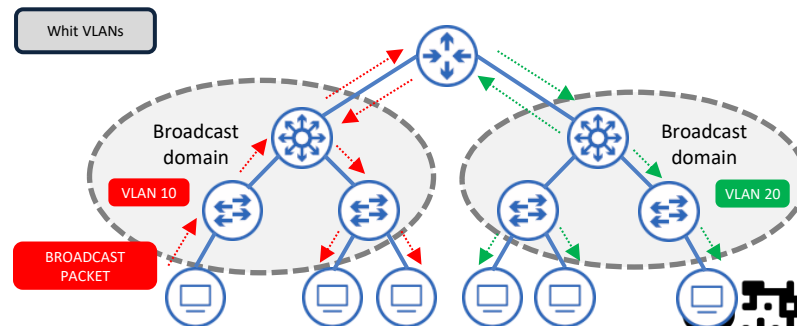
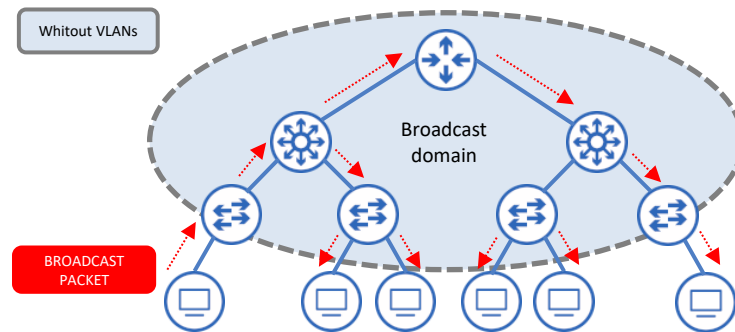


# Benefici delle VLAN

## 1.Prestazioni

Confina il dominio di broadcast in una singola VLAN.

Questo conserva banda e migliora la capacità della rete.

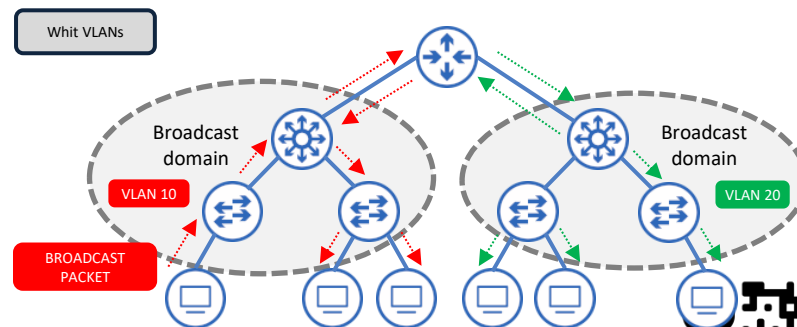
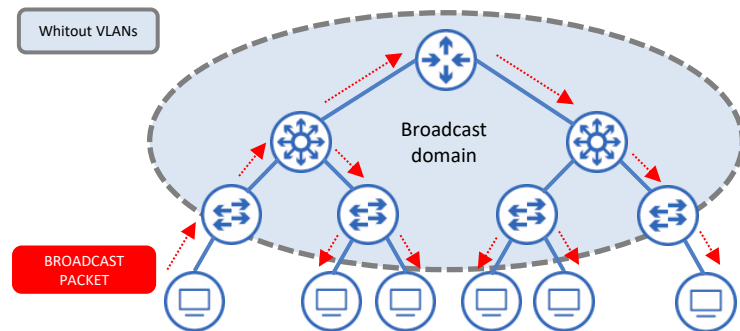




# Benefici delle VLAN

## 2. Affidabilità

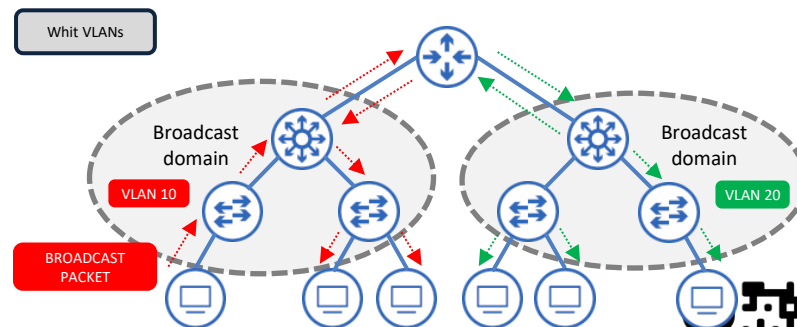
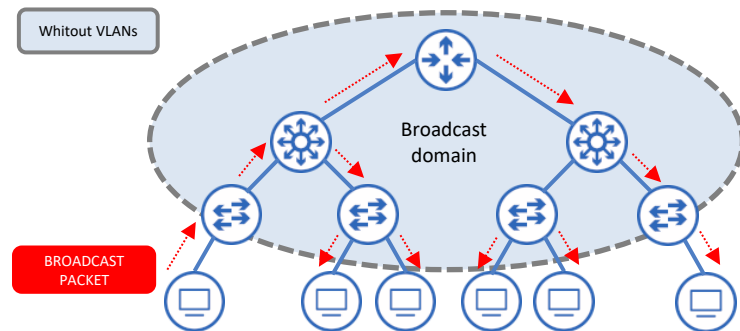
Un problema in una VLAN non si riflette sugli host di un'altra VLAN.



# Benefici delle VLAN

## 3. Sicurezza

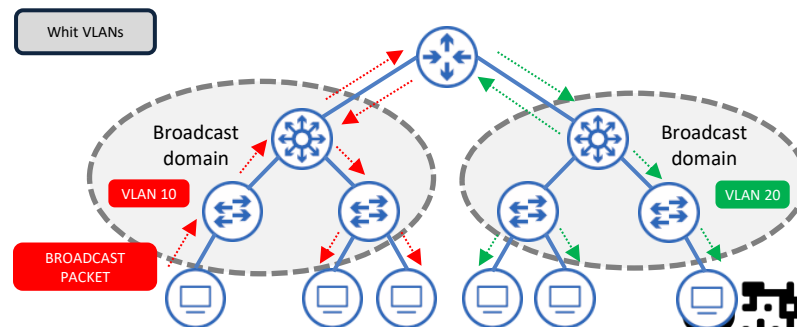
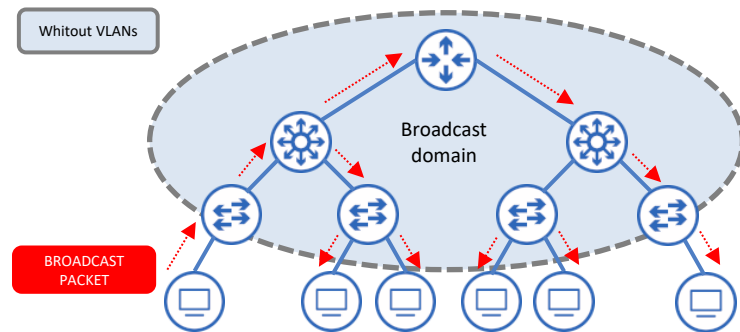
Un host in una specifica VLAN non può comunicare con un host di un'altra VLAN.



# Benefici delle VLAN

## 4. Flessibilità

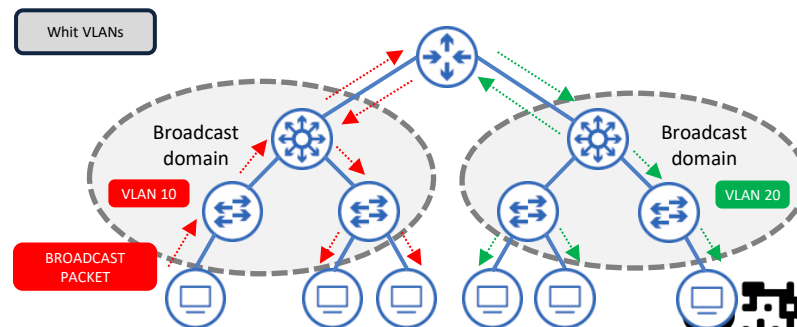
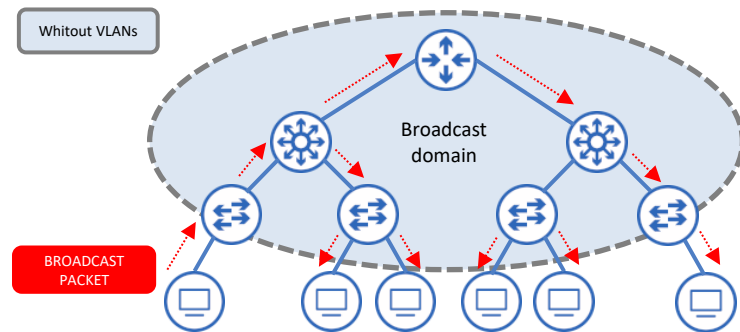
Permette a host posizionati geograficamente in posti diversi di comunicare tra loro in modo isolato senza utilizzare sprechi di switch.



# Benefici delle VLAN

## 4. Flessibilità

Permette a host posizionati geograficamente in posti diversi di comunicare tra loro in modo isolato senza utilizzare sprechi di switch.

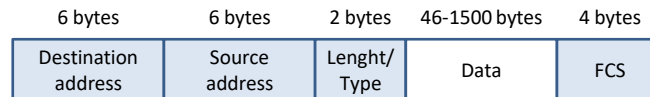


# Standard IEEE 802.1Q

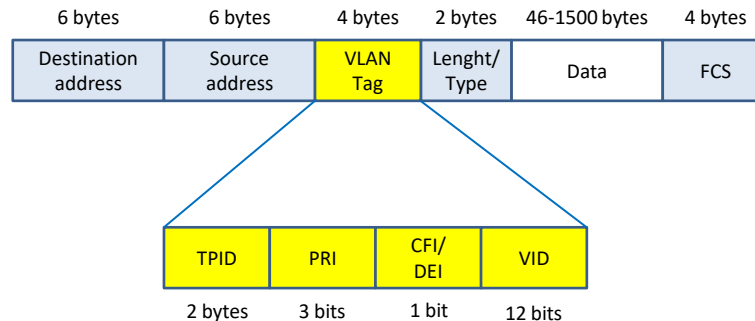
**Aggiunge un VLAN TAG  
4-byte al frame ethernet.**

Permette agli switch di  
identificare a quale VLAN  
appartiene il frame ethernet.

Traditional Ethernet data frame



VLAN data frame

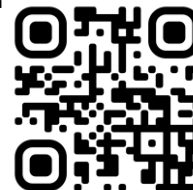


**TPID:** Tag Protocol Identifier: 0x8100 (identify a 802.1Q frame type)

**PRI:** Priority field used for Class of Service

**CFI/DEI:** indicate frames eligible to be dropped in the presence of congestion

**VID:** VLAN Identifier, specifying the VLAN to which the frame belongs.



# Standard IEEE 802.1Q

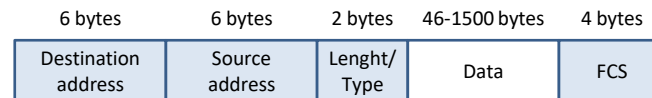
Il numero di VLAN può essere:

Da 0 a 4095

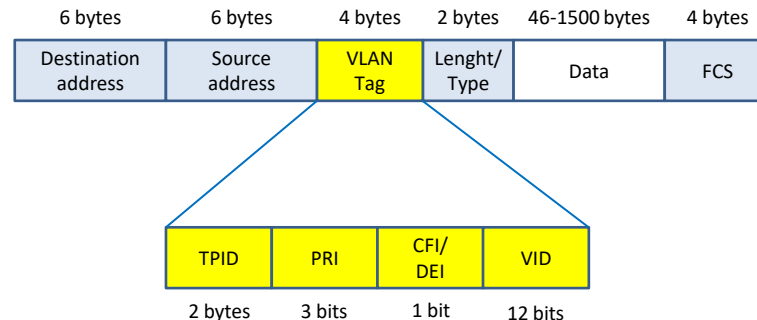
(0 e 4095 sono valori riservati)

Possiamo usare 4094 VLAN ID

Traditional Ethernet data frame



VLAN data frame

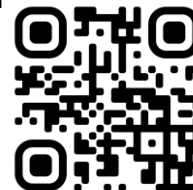


**TPID:** Tag Protocol Identifier: 0x8100 (identify a 802.1Q frame type)

**PRI:** Priority field used for Class of Service

**CFI/DEI:** indicate frames eligible to be dropped in the presence of congestion

**VID:** VLAN Identifier, specifying the VLAN to which the frame belongs.

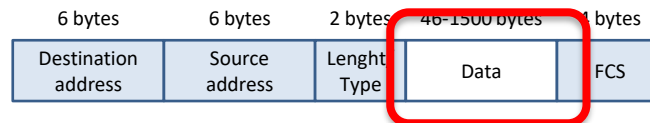


# Protocollo IP

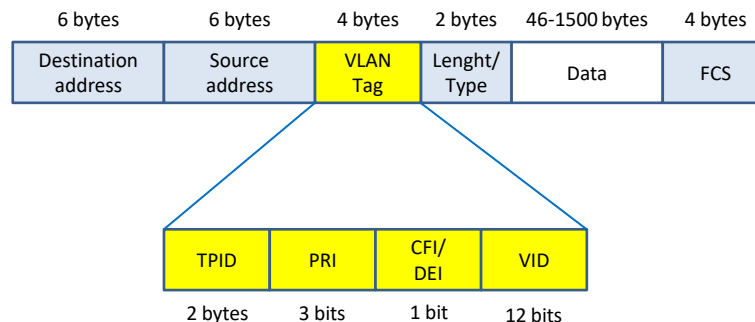
Il protocollo IP viene trasportato all'interno del payload del frame ethernet.

Tramite MAC address comunico solo con dispositivi locali.

Traditional Ethernet data frame



VLAN data frame

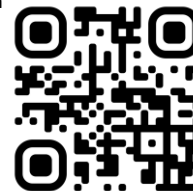


**TPID:** Tag Protocol Identifier: 0x8100 (identify a 802.1Q frame type)

**PRI:** Priority field used for Class of Service

**CFI/DEI:** indicate frames eligible to be dropped in the presence of congestion

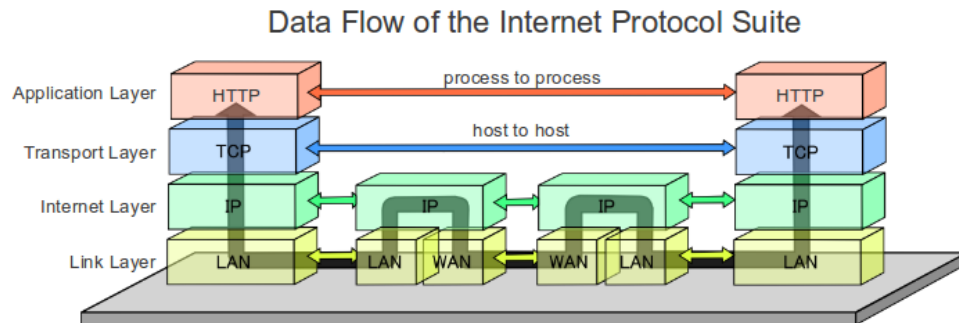
**VID:** VLAN Identifier, specifying the VLAN to which the frame belongs.



# Protocollo IP

IP = Internet Protocol

Permette di comunicare con reti diverse rispetto a quella a cui apparteniamo



[https://en.wikiversity.org/wiki/Web\\_Science/Part1:\\_Foundations\\_of\\_the\\_web/Internet\\_vs\\_World\\_Wide\\_Web/Summary\\_of\\_the\\_internet\\_architecture/script](https://en.wikiversity.org/wiki/Web_Science/Part1:_Foundations_of_the_web/Internet_vs_World_Wide_Web/Summary_of_the_internet_architecture/script)

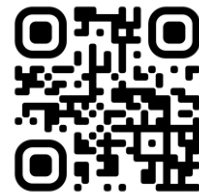




# Protocollo IP

Esistono due versioni del protocollo IP:

- IPv4          es: 192.168.0.1
- IPv6          es: 2001:db8:a1ba:c5::1



Non sicuro [fe80::280:f4ff:fee4:c479]/#settings/communication/ip

**IPv6**

MONITORAGGIO E CONTROLLO DIAGNOSTICA IMPOSTAZIONI

GENERALE COMUNICAZIONE GESTIONE UTENTE ALLARMI DISPOSITIVI

ETHERNET

CONFIGURAZIONE IP

SERVIZI DI RETE IP

CONFIGURAZIONE DELLA RETE SENZA FILI

FILTRO MODBUS/TCP IP

PORTA MODBUS

SERVIZIO E-MAIL

IPv4

☒ Automatica DHCP

☐ Manuale

Indirizzo IPv4: 169.254.196.121

Subnet Mask: 255.255.0.0

Gateway predefinito: 0.0.0.0

IPv6

☒ Abilita

IPv6 Link-Indirizzo locale: FE80::280:F4FF:FEE4:C479

DNS

☒ Ottieni server DNS automaticamente tramite DHCP/BOOTP

☐ Manuale

Server DNS primario: 172.16.0.1

Server DNS secondario:

\* Campo obbligatorio

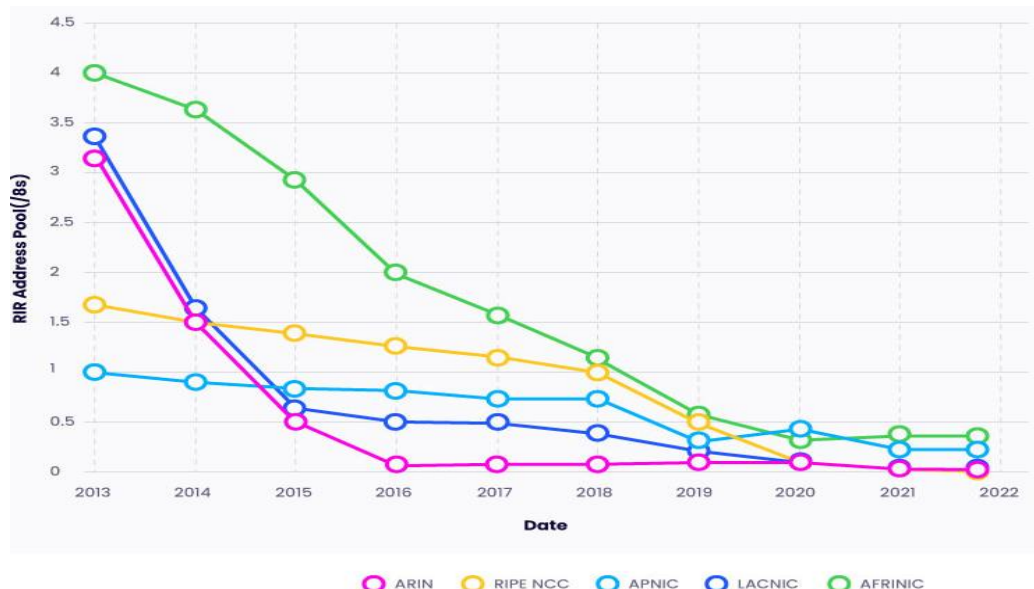
Applica modifiche

Annulla modifiche



# Perché abbiamo bisogno di IPv6

Gli indirizzi IPv4 sono esauriti!



**IPv4 & IPv6 Statistics**

**RIR v4 IPs Left**

AfriNIC	1,235,786
APNIC	2,555,235
ARIN	0
LACNIC	512
RIPE	0

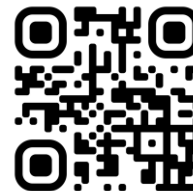
**v6 ASNs**  
23% (13,993/58,955)

**v6 Ready TLDs**  
98% (1,521/1,547)

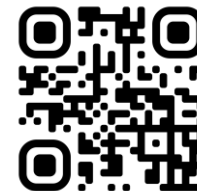
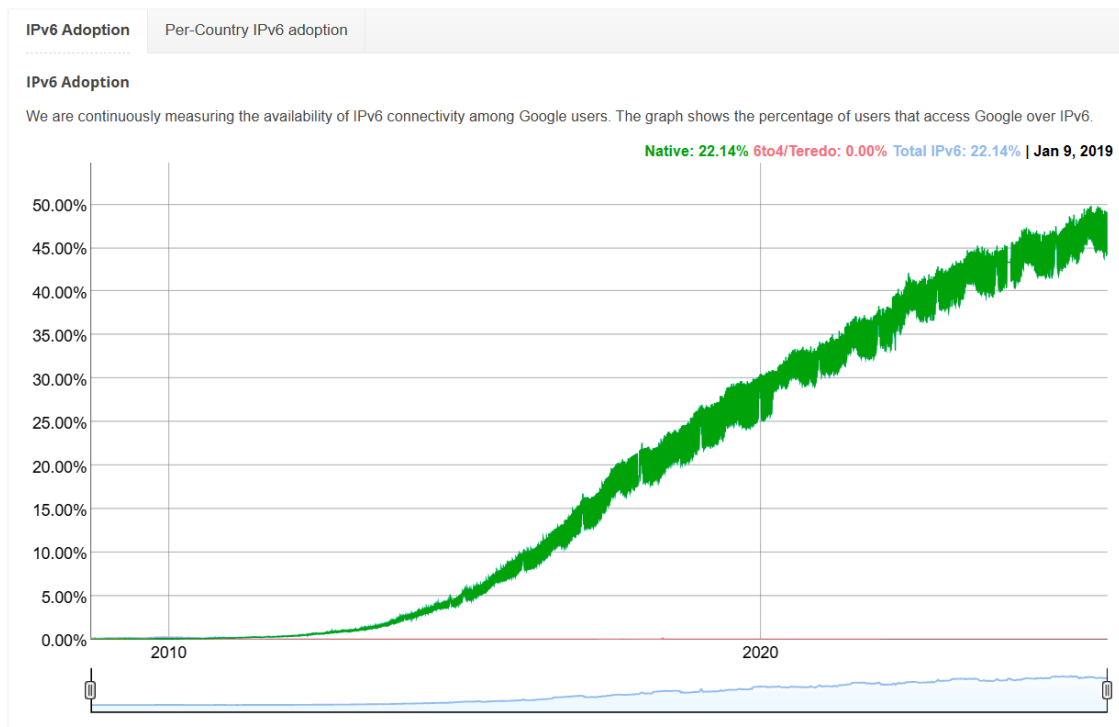
**v6 Glues**  
154,606

**v6 Domains**  
10,375,538 ↑

**0**  
days remaining  
**IANA exhausted**  
HURRICANE ELECTRIC  
INTERNET SERVICES



# Il mondo sta andando verso IPv6 (Forse...)

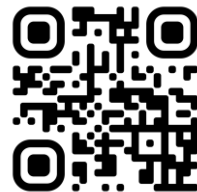


- **IPv6 = Internet Protocol versione 6**
  - Successore dell'IPv4
  - 1996: inizio dello sviluppo
  - 1998: pubblicazione del primo RFC 2460
- **IPv6:** spazio di indirizzamento **aumentato da 32 a 128 bit**
  - **IPv4** teoricamente 4,3 miliardi di indirizzi (4.300.000.000)
  - **IPv6** 340 milioni di decilioni  
(340.000.000.000.000.000.000.000.000.000.000.000.000.000.000.000)  
«Grazie a IPv6 ci saranno più indirizzi nel ciberspazio  
di quanti sono i granelli di sabbia nelle spiagge del mondo» Viviane Reding

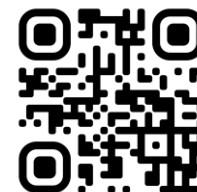
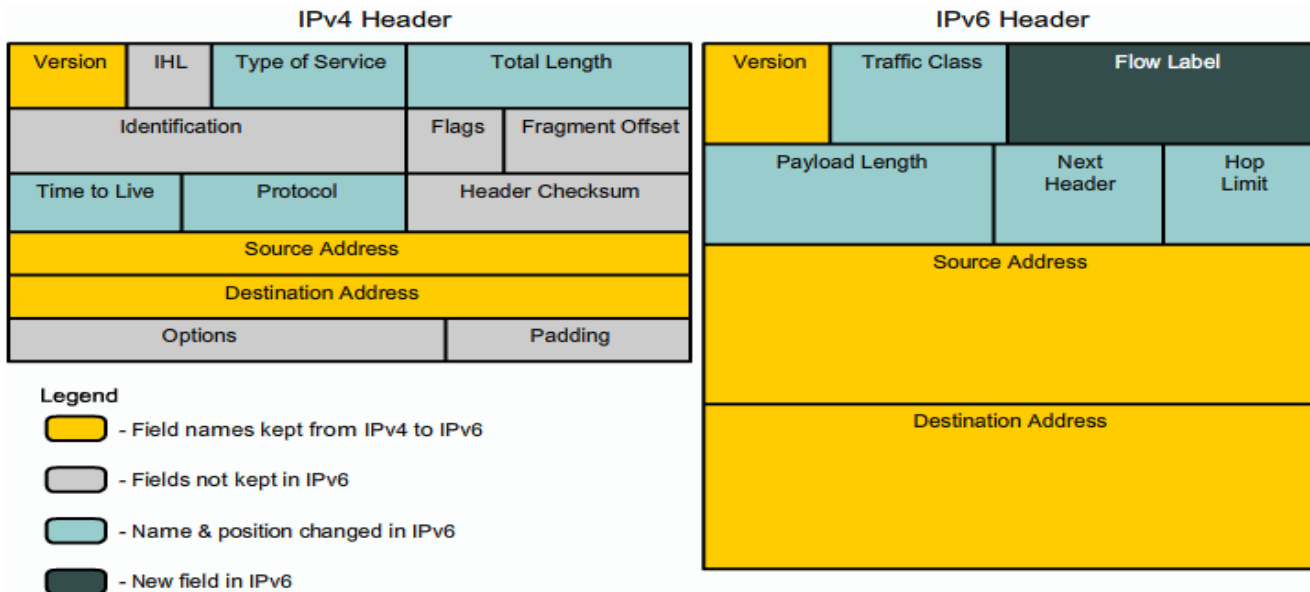


# Introduzione all'IPv6

- Non solo... **IPv6 ha migliorato/corretto IPv4**
  - **IPSec** è insito nel protocollo IPv6
  - Struttura del **pacchetto semplificata** (benché più lunga) -> Più veloce da processare
- Premessa: **IPv6 al 90% funziona in modo analogo a IPv4... solo che ha l'indirizzo più lungo!**
- Per maggiori informazioni [IPv6 wikipedia page](#)

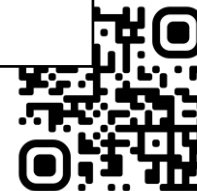


# IPv6 vs IPv4



# IPv6 vs IPv4

	IPv4	IPv6
Spazio indirizzamento	32 bits	128 bits
Indirizzi totali	$2^{32}$	$2^{128}$
Formato di indirizzo	192.0.2.1	2001:db8:3:4:5:6:7:8
Lunghezza header	20bytes	40bytes
Campi dell'header	14	8
IPsec	Opzionale	Obbligatorio ( <a href="#">RFC6434</a> )





# ...e IPv5???

- **Cos'è successo a IPv5?** Perché IPv6 ma non IPv5?
  - IPv5 ha iniziato la vita con un nome diverso: **Internet Stream Protocol** (o ST).
  - Creato per sperimentare lo streaming audio e video da Apple, NeXT e Sun

[https://en.wikipedia.org/wiki/Internet\\_Stream\\_Protocol](https://en.wikipedia.org/wiki/Internet_Stream_Protocol)



# Specificità di IPv6

- **NAT non è più necessario con IPv6**
  - Sono disponibili sufficienti indirizzi IPv6 per tutti!
  - **Tutti i vostri dispositivi di rete** (computer, cellulari, router, switch, etc.) **avranno uno o più indirizzi pubblici IPv6**
  - **ATTENZIONE: IL FIREWALL E' OBBLIGATORIO!**



# Specificità di IPv6

- **IPv6 non utilizza ARP**
  - Sostituito da **Neighbor Discovery protocol** (ND) basato su **ICMPv6**
- **IPv6 non supporta la frammentazione di pacchetto**
  - L'host **mittente verifica la dimensione massima** di pacchetto utilizzabile verso il ricevente (**Path MTU discovery**)
  - IPv6 richiede una **dimensione minima di 1280 bytes** di MTU
  - I router *non possono* più frammentare



# Specificità di IPv6

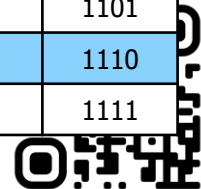
- **IPSec** (Internet Protocol Security) è integrato nativamente nello stack del protocollo IPv6
  - Realizza le cosiddette «**VPN**»
  - Sviluppato per IPv6 e **backported to IPv4**
  - **IPv6 deve** obbligatoriamente **supportare** IPSec (RFC6434)



# Struttura indirizzo

- L'indirizzo **IPv6** è:
  - Rappresentato in **formato esadecimale**
  - Costituito da **8 campi** di 16 bits/4 hex ciascuno e **divisi da «:»**
  - **E.g.**  
**2001:0db8:0be0:75a1:0000:0000:0000:0001**

Hexadecimal	Decimal	Binary
0	0	0000
1	1	0001
2	2	0010
3	3	0011
4	4	0100
5	5	0101
6	6	0110
7	7	0111
8	8	1000
9	9	1001
A	10	1010
B	11	1011
C	12	1100
D	13	1101
E	14	1110
F	15	1111



# Struttura indirizzo

- 2001:0db8:0000:0000:0010:0000:0000:0001
- **Difficile da ricordare/scrivere...**

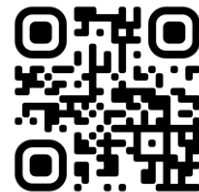
Ma esistono due regole per **«accorciarlo»**

- Gli zeri a sinistra possono essere omessi
  - **E.g. 2001:db8:0:0:10:0:0:1**
- Valori a 0 consecutivi possono essere sostituiti una volta con «::»
  - **E.g. 2001:db8:0:0:10::1 or 2001:db8::10:0:0:1**



# Configurazione IPv6 di un dispositivo

- Gli indirizzi IPv6 possono essere assegnati in 3 modi differenti
  - **Statico**
  - **Stateless**
    - SLAAC (StateLess Address AutoConfiguration) + EUI64
    - Additional options with DHCPv6
  - **Statefull**
    - DHCPv6



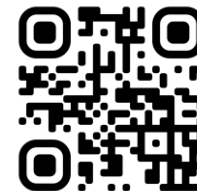
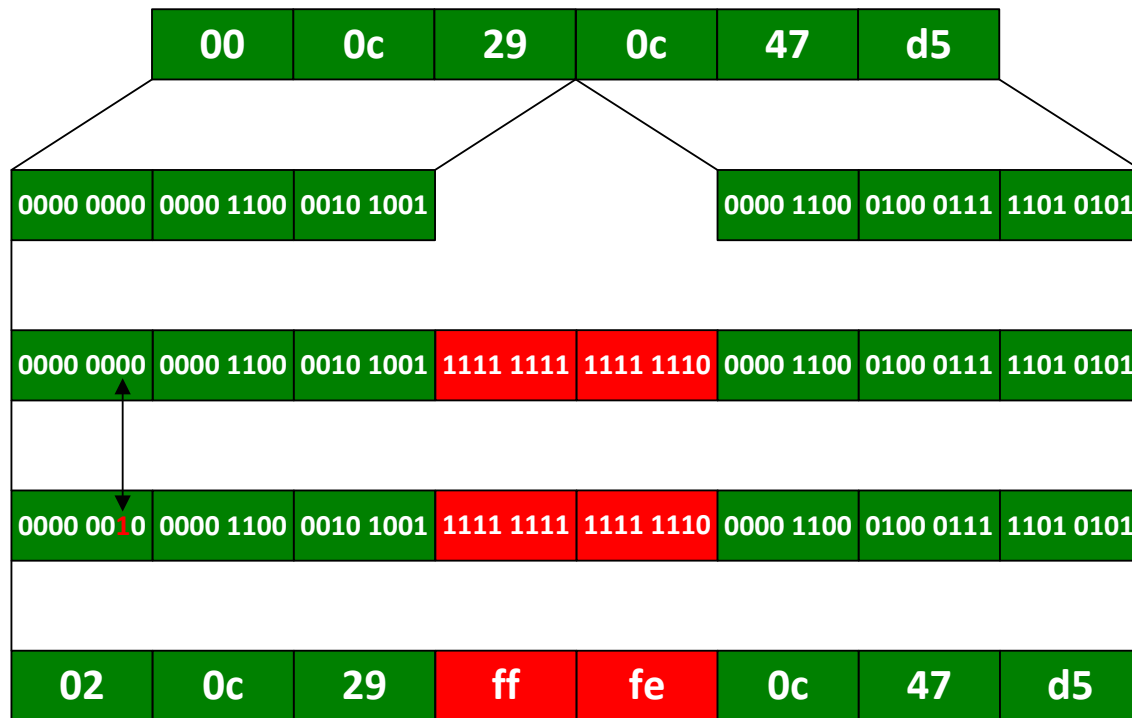
# SLAAC e modified EUI-64

- La **dimensione** normalmente utilizzata in una rete **IPv6** è la **/64**
  - **64 bit** porzione **network**
  - **64 bit** porzione **host**
- La **porzione host** di 64 bit può essere **calcolata in automatico dal MAC address** dell'interfaccia
  - **EUI-64:** Extended Unique Identifier 64-bit
  - In **alcuni sistemi operativi** la porzione host viene **generata randomicamente** e non tramite EUI-64 per **sicurezza**





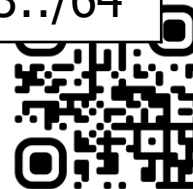
# Modified EUI-64



# Range e indirizzi speciali

Type	Range
Link local	fe80::/10
Global Unicast	2000::/3
Multicast	ff00::/8
Unique local	fc00::/8

Type	Range
Loopback	::1/128
Documentation	2001:db8::/32
6to4	2002::/16
Unspecified address	::/128
Teredo	2001::/32
Anycast	2001:db8:db1b:1e3::/64



# Routing IPv6

- Il **routing IPv6** funziona in modo analogo ad IPv4
  - La dimensione del prefisso di destinazione può essere arbitraria. Per reti SLAAC solo /64
  - La rotta di default può essere rappresentata nei seguenti modi

Type	IPv4	IPv6
Default gateway	0.0.0.0/0	0:0:0:0:0:0:0:0/0
		::/0
		2000::/3



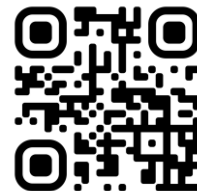
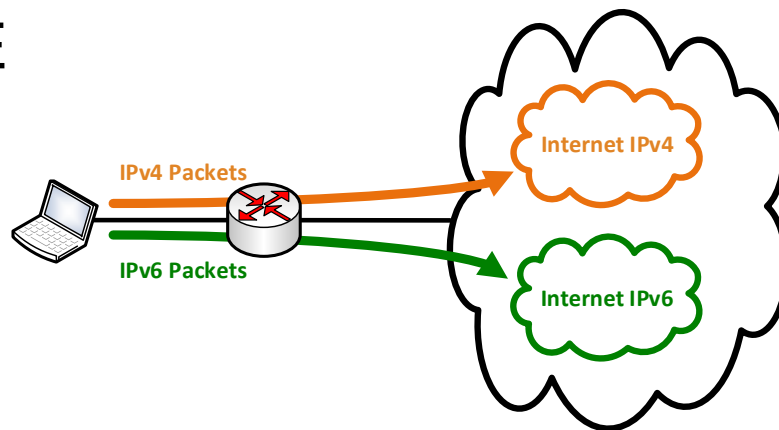
# Meccanismi di transizione

- **Le reti IPv4 e IPv6 non sono direttamente interoperabili**
  - E' necessario utilizzare delle **tecnologie/meccanismi che facilitano la transizione** da IPv4 a IPv6
- Esistono **diversi meccanismi** di transizione, **più o meno supportati dai vari vendor** di apparati di rete
  - **Dual stack**
  - **6to4**
  - **6°**
  - **Teredo**
  - **DS-lite**
- Per maggiori informazioni [Transition mechanisms wikipedia page](#)



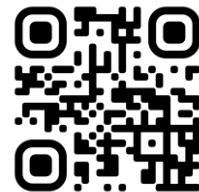
# Dual Stack

- **Utilizzo contemporaneo del protocollo IPv4 e IPv6 all'interno dello stesso dispositivo**
  - **Piena funzionalità** dei due protocolli
  - **Nessuna interazione** tra IPv4 e IPv6
  - Il metodo più **affidabile/raccomandato**
  - Supportato dal RIPE



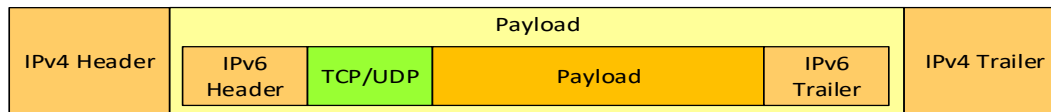
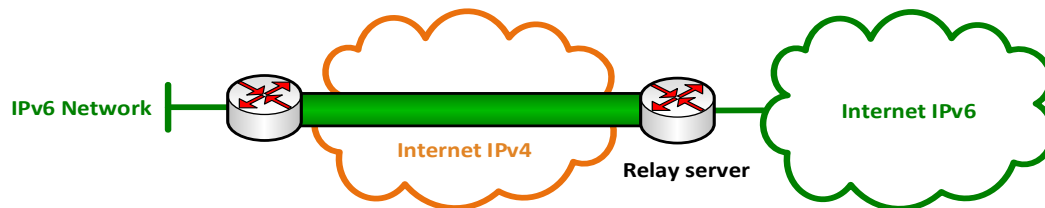
# 6to4

- **Incapsula i pacchetti IPv6 in un pacchetto IPv4**
  - Permette di **trasportare** pacchetti **IPv6 su reti IPv4**
  - Richiede **l'utilizzo di un 6to4 relay server** direttamente connesso ad una rete IPv6
    - [Hurricane Electric tunnel broker](#)
  - Chiamato anche **6in4**
- **Da utilizzare come metodologia temporanea di migrazione**



# 6to4

- **Come funziona?**
  - I **pacchetti IPv6** vengono **inseriti in un pacchetto IPv4** come dati da trasportare
  - Il **pacchetto IPv4** viene **inviato al relay server** 6to4
  - Il **relay server** 6to4 **decapsula** il pacchetto IPv6 e lo **invia sulla rete IPv6** direttamente connessa





ASSOCIAZIONE ITALIANA  
BUILDING AUTOMATION  
AND CONTROL SYSTEMS

# GRAZIE!

marco@boschini.org



<https://www.linkedin.com/in/marco-boschini/>

