

TREBALL FINAL DE MÀSTER EN PROTECCIÓ CIVIL I INCENDIS

FEBRER 2017



UNIVERSITAT POLITÈCNICA
DE CATALUNYA

School of Professional
& Executive Development

Institut de
Seguretat Pública
de Catalunya



LA REURBANITZACIÓ DE CARRERS EN TRAMA URBANA CONSOLIDADA:

GARANTIES PER A L'ACCESSIBILITAT I INTERVENCIÓ DELS BOMBERS

BERNAT COSTELL CERVERA

Tutora: Anna Ventura Casanova





■ La importància de l'accessibilitat per a intervenció de Bombers

■ Normativa reguladora

- Vial d'aproximació
- Espai de maniobres

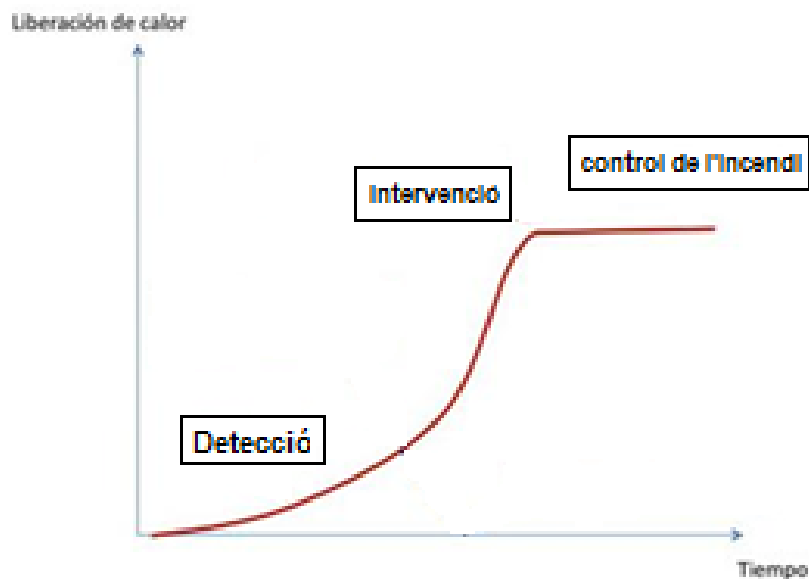
■ Regulació vs realitat



■ La importància de l'accessibilitat per a intervenció de bombers

■ LA IMPORTÀNCIA DE L'ACCESSIBILITAT PER A INTERVENCIÓ DE BOMBERS.

$$\text{Temps Gestió Emergència} = t \text{ gestió sala} + t \text{ reacció} + t \text{ arribada} + t \text{ intervenció}$$



DGPEIS (Bombers de la Generalitat):

Mínim 89.774 intervencions en **entorn urbà (19%)** entre els anys 2009 i el 2015.

SPEIS (Bombers de Barcelona):

Mínim 18.220 intervencions l'any 2014



■ Normativa reguladora

■ **NORMATIVA REGULADORA.**

CTE DB SI-5 - Intervenció de Bombers -



Edificacions de gran alçada (EGA)

SP-109:2012

Requereix un anàlisi concret



**Edificacions amb alçades
d'evacuació descendents
superiors a 9 metres**



**Edificacions amb alçades
d'evacuació descendents
inferiors a 9 metres**

RSCIEI Annex II



Establiments industrials

En PI que disposen de
condicions d'accés garantides

TINSCI (DT-12):

- Configuració de **vial d'aproximació.**
- Configuració de **l'espai de maniobra.**
- Pendent.
- Capacitat portant.





- Normativa reguladora
 - Vials d'aproximació

- **Vials d'aproximació (arribada a l'emplaçament)**

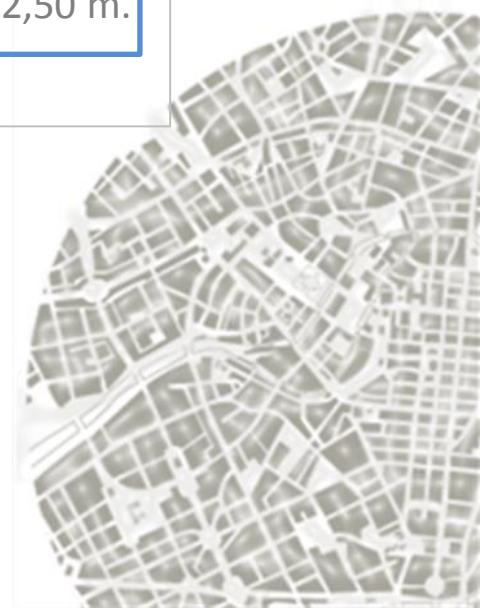
Amplada lliure mínima de pas de vehicles: 3,5 m en edificis (*5,0 m en vials sense sortida)

Alçada lliure mínima o de gàlib: 4,5 m.

Capacitat portant del terreny: 20 kN/m².

Amplada lliure mínima en trams corbats: 7,20 m, delimitada pel traçat d'una corona circular que tingui radis mínims de 5,30 i 12,50 m.

Pendent del vial ≤ 15 %.



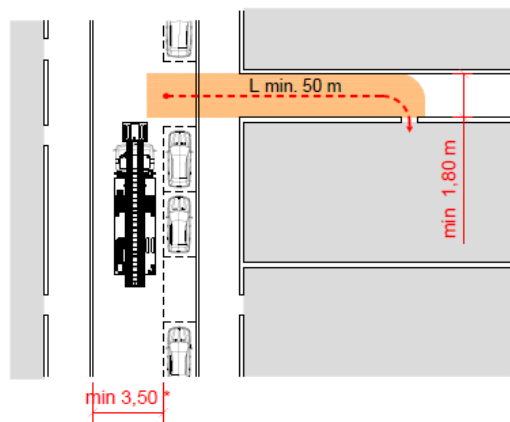
- Normativa reguladora
 - Vials d'aproximació
 - Espais de maniobra

• Espais de maniobra (intervenció en l'emergència)

Altura evacuació < 9 m (PB+2)

Distància màxima des del vial d'aproximació fins als accessos a peu a l'interior de l'edifici: 50 m.

Amplada mínima de pas d'1,80 m, a partir del vial d'aproximació.



Altura evació > 9 m (PB+3)

Amplada mínima lliure: 5,0 m en edificis.

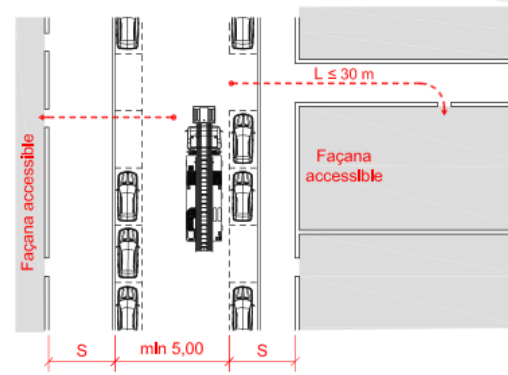
Alçada lliure mínima: la de l'edifici.

Separació màxima del vehicle façana:

Edificis hevacuació ≤ 20 m: màx 15 m

Edificis hevacuació > 20 m: màx 10 m

Distància màxima espai de maniobra a accessos: 30m.



■ Regulació vs realitat

■ REGULACIÓ VS REALITAT



VS



Com encarem una Re-urbanització que no permet el compliment de la normativa?

Aproximació a l'emergència

Trams estrets, carrers sense sortida, rotondes, girs pronunciats, elements a franquejat, etc...

Emplaçament i maniobres

Aparcament de vehicles, contenidors de residus, instal·lacions, mobiliari públic, etc...

■ Regulació vs realitat

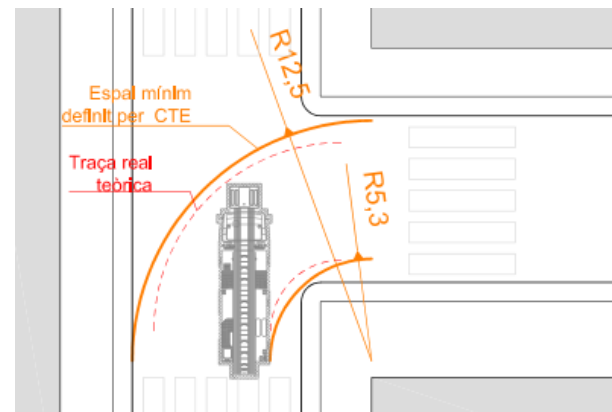
- Necessitats

■ REGULACIÓ VS REALITAT

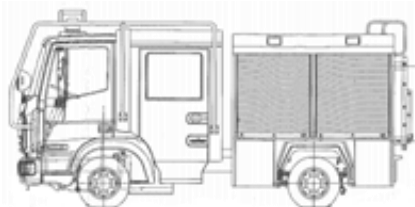
INSTRUCCIÓ BOMBERS

Principals riscos en habitatges:

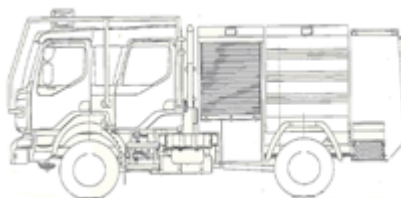
- Incendis
- Fuites de gas



Bomba urbana lleugera(BUL):



Bomba rural pesada (BRP):



Bomba rural pesada (BRP):



■ Camp prestacional:

- Aproximació en trams rectes

■ CAMP PRESTACIONAL: APROXIMACIÓ EN TRAMS RECTES

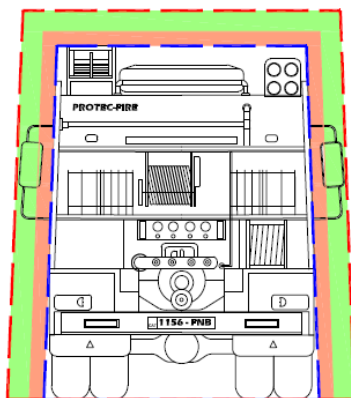
Metode d'estudi: Valors i fòrmules de reconegut prestigi (manual urbanització PTOP)

$$A_c = D_b + M_m + M_s \text{ [cm]}$$

$$H_g = H_b + M_m + M_s \text{ [cm]}$$

El marge de moviment (M_m) imprecisions de conducció i oscil·lacions dels vehicles (velocitat)

El marge de seguretat (M_s) compensar imprecisions de dimensions i els elements que sobresurten de la carrosseria



	Gàlib min (A_c) [m]	Gàlib min (H_g) [cm]
BUL	2,70	3,29
BRP	2,90	3,55
BFP	2,88	3,75
AEA Magirus	2,86	3,62
AEA Metz	2,90	3,66

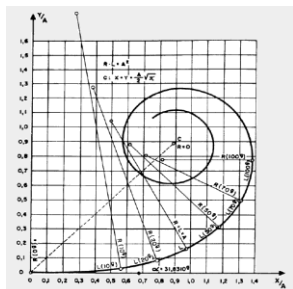
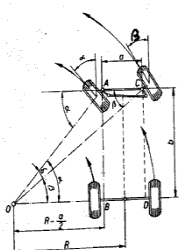
CTE: Amplada lliure : 3,5 m ; Alçada lliure: 4,5 m.

■ **Camp prestacional:**

- Aproximació trams rectes
- Aproximació en Interseccions

■ **CAMP PRESTACIONAL: APROXIMACIÓ EN INTERSECCIONS**

Complexitat matemàtica



$$Tg(\beta) = \frac{b}{R + \frac{a}{2}}$$

$$Tg(\alpha) = \frac{b}{R - \frac{a}{2}}$$

$$\delta = \alpha - \beta$$

$$\int L \cdot dL = \int A^2 \cdot d\varphi \rightarrow \frac{L^2}{2} = A^2 \cdot \varphi \quad [3]$$

$$x = A \cdot \sqrt{2\varphi} \cdot \sum \frac{\varphi^{2-n}}{(1+4n) \cdot (2n)!} \cdot (-1)^n$$

$$y = A \cdot \sqrt{2\varphi} \cdot \sum \frac{\varphi^{2n+1}}{(3+4n) \cdot (2n+1)!} \cdot (-1)^n$$

Metode d'estudi: Solució gràfics i prova de camp

Error humà (10 cm perimetrals)

Supòsits simplificadors

Desplaçament òptim



La reurbanització de carrers en trama urbana consolidada:

Garanties per a l'accessibilitat i intervenció dels Bombers

■ Camp prestacional:

- Aproximació trams rectes
- Aproximació en Interseccions

■ CAMP PRESTACIONAL: APROXIMACIÓ EN INTERSECCIONS

Master de protecció civil i incendis

La reurbanització de carrers en trama urbana consolidada: garanties per a l'accessibilitat i intervenció de bombers.

Bernat Costell Cervera

Master de protecció civil i incendis

La reurbanització de carrers en trama urbana consolidada: garanties per a l'accessibilitat i intervenció de bombers.

Bernat Costell Cervera



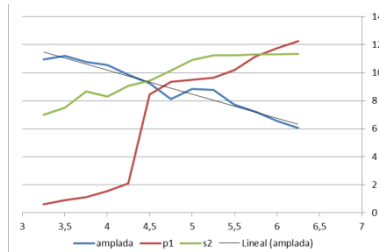
La reurbanització de carrers en trama urbana consolidada: Garanties per a l'accessibilitat i intervenció dels Bombers



Camp prestacional:

- Aproximació trams rectes
- Aproximació en Interseccions

CAMP PRESTACIONAL: APROXIMACIÓ EN INTERSECCIONS



S'aprecia una tendència però no uns valors lineals

DISTÀNCIES MÍNIMES PER A L'ACCÉS A 90º MANIOBRA DIRECTE AUTOESCALA METZ (32 METRES)					Fitxa A.04
<p>Rosenbauer Mercedes Metz Model: MB Alago 1529 F14460 Radi de gir: 18,3 metres (entre parets) Llargada: 7,050 metres Amplada: 2,480 metres Alçada: 3,250 metres Amplada recolzament:</p>					
B partida (metres)	A accés (metres)	P1 llura (m)	S1 llura (m)	S2 llura (m)	
15,50	3,00	0,50	2,34	9,01	
12,50	3,25	0,54	2,59	9,26	
12,40	3,50	10,90	0,65	11,25	
10,80	3,75	12,40	0,84	11,21	
9,95	4,00	13,35	0,91	11,25	
9,60	4,25	13,75	0,45	11,40	
9,30	4,50	7,85	0,25	11,55	
8,15	4,75	9,90	0,11	11,75	
7,55	5,00	9,55	0,00	11,85	
6,85	5,25	10,35	0,00	11,85	
6,30	5,50	10,90	0,00	11,85	
6,10	5,75	10,90	0,00	11,85	
5,34	6,00	8,65	0,00	11,85	

Notes complementàries:
Per a dimensions de B (partida) majors als previstos en la taula caldrà prendre, com a mínim, els valors de S1, S2 i P1 per a màxim valor de B contingut.

DISTÀNCIES MÍNIMES PER A L'ACCÉS A 45º MANIOBRA DIRECTE AUTOESCALA METZ (XX METRES)					Fitxa B.04
<p>Rosenbauer Mercedes Metz Model: MB Alago 1529 F14460 Radi de gir: 18,3 metres (entre parets) Llargada: 7,050 metres Amplada: 2,480 metres Alçada: 3,250 metres Amplada recolzament:</p>					
B partida (metres)	A accés (metres)	P1 llura (m)	S1 llura (m)	S2 llura (m)	
6,99	3,60	3,33	4,24	7,71	
6,87	3,25	4,12	4,90	7,25	
6,25	3,50	4,65	4,95	6,69	
5,87	3,75	5,25	5,30	6,51	
5,82	4,00	5,78	5,65	6,11	
5,11	4,25	6,29	5,01	5,74	
4,61	4,50	7,00	6,16	5,25	
4,05	4,75	7,79	6,90	4,69	

Notes complementàries:
Per a dimensions de B (partida) majors als previstos en la taula caldrà prendre, com a mínim, els valors de S1, S2 i P1 per a màxim valor de B contingut.

DISTÀNCIES MÍNIMES PER A L'ACCÉS A 90º AMB 2 MANIOBRES AUTOESCALA METZ (32 METRES)					Fitxa C.04
<p>Rosenbauer Mercedes Metz Model: MB Alago 1529 F14460 Radi de gir ext: 16,2 metres (entre parets) Radi de gir int: 3,60 m Llargada: 7,050 metres Amplada: 2,480 metres Alçada: 3,250 metres Amplada recolzament:</p>					
B partida (metres)	A accés (metres)	P1 llura (m)	S1 llura (m)	S2 llura (m)	
11,30	3,25	0,55	4,10	6,59	
10,74	3,50	1,09	4,12	7,48	
10,32	3,75	1,30	3,95	7,80	
10,40	4,00	1,70	3,15	7,96	
10,13	4,25	2,07	3,02	8,15	
10,03	4,50	2,43	2,51	8,23	
9,82	4,75	2,80	2,56	8,87	
9,86	5,00	3,34	2,65	8,79	
9,81	5,25	3,98	2,98	8,81	
8,77	5,50	4,63	2,46	9,06	

Notes complementàries:
Per a amplades d'accés majors a la diferència entre el radi de gir exterior (entre parets) i el radi de gir interior (rota posterior) no es serà efectuar manobres, els valors són els d'acces directe.

DIMENSIONS MÍNIMES EN GLORIETES PER A L'ACCÉS DELS VEHICLES D'EXTINCIÓ EN MINICRITONDES (D<=18 METRES)					Fitxa D.01	
<p>LEGENDA: Zona no ocupable Zona transitable Ra - Radi exterior de la glorieta (ei més restringit entre radi entrada i Radi sortida) Ri - Radi màxim de l'illot interior D - Diàmetre de la circumferència inscrita en la glorieta. Da - Diàmetre d'escombrat permanentment lliure d'elements.</p>						
Diàmetre Circumscrit (D) [m]	Radi Exterior d'entrada/sortida (Ra) [m]	Diàmetre llura (Da) [m]	Radi màxim llot interior (Ri) [m]	Permet accés amb vehicle tipus		
				BUL	BRP	AEA
18	10	20,44	1,54	X	X	X
	5	20,44	2,05	X	X	X
	5	20,03	2,36	X	X	X
	2	19,91	2,20	X	X	X

DIMENSIONS MÍNIMES EN GLORIETES PER A L'ACCÉS DELS VEHICLES D'EXTINCIÓ EN MINICRITONDES (D<=18 METRES)					Fitxa D.01	
<p>LEGENDA: Zona no ocupable Zona transitable Ra - Radi exterior de la glorieta (ei més restringit entre radi entrada i Radi sortida) Ri - Radi màxim de l'illot interior D - Diàmetre de la circumferència inscrita en la glorieta. Da - Diàmetre d'escombrat permanentment lliure d'elements.</p>						
Diàmetre Circumscrit (D) [m]	Radi Exterior d'entrada/sortida (Ra) [m]	Diàmetre llura (Da) [m]	Radi màxim llot interior (Ri) [m]	Permet accés amb vehicle tipus		
				BUL	BRP	AEA
17	10	20,81	1,87	X	X	X
	5	20,54	1,66	X	X	X
	5	20,46	1,57	X	X	X
	2	20,38	1,39	X	X	X

DIMENSIONS MÍNIMES EN GLORIETES PER A L'ACCÉS DELS VEHICLES D'EXTINCIÓ EN MINICRITONDES (D<=18 METRES)					Fitxa D.01	
<p>LEGENDA: Zona no ocupable Zona transitable Ra - Radi exterior de la glorieta (ei més restringit entre radi entrada i Radi sortida) Ri - Radi màxim de l'illot interior D - Diàmetre de la circumferència inscrita en la glorieta. Da - Diàmetre d'escombrat permanentment lliure d'elements.</p>						
Diàmetre Circumscrit (D) [m]	Radi Exterior d'entrada/sortida (Ra) [m]	Diàmetre llura (Da) [m]	Radi màxim llot interior (Ri) [m]	Permet accés amb vehicle tipus		
				BUL	BRP	AEA
16	10	20,77	1,47	X	X	X
	5	20,39	1,32	X	X	X
	5	21,49	1,49	X	X	X
	2	21,62	1,49	X	X	X

FITXES A1-A4
Maniobra directe 90º

FITXES B1-B4
Maniobra directe 45º

FITXES C1-C4
Maniobres 90º

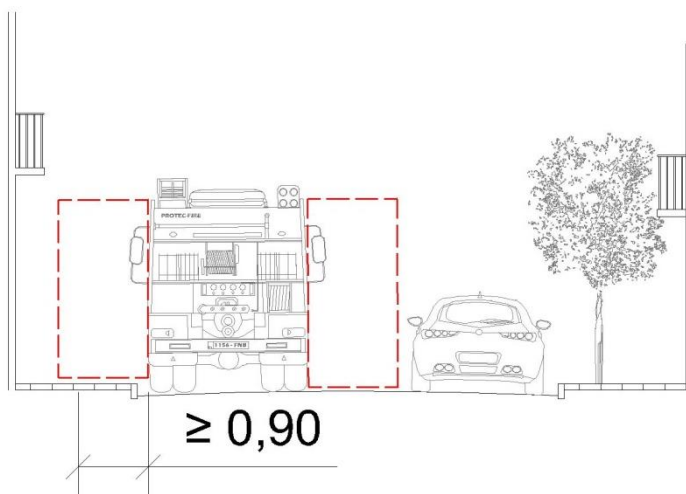
FITXA D
Glorietes

- **Camp prestacional: Espai de maniobra**
 - Espai maniobre vehicles

■ **CAMP PRESTACIONAL: ESPAI DE MANIOBRA (< 9 METRES)**

Cal preveure espais cada 20 metres

	Ample del vehicle (D_b) [cm]	Rectangle intervenció (A_i) [cm]	Ample total [cm]
BUL	230	600 x 90	320
BRP	250	700 x 90	340
BFP	248	700 x 90	338



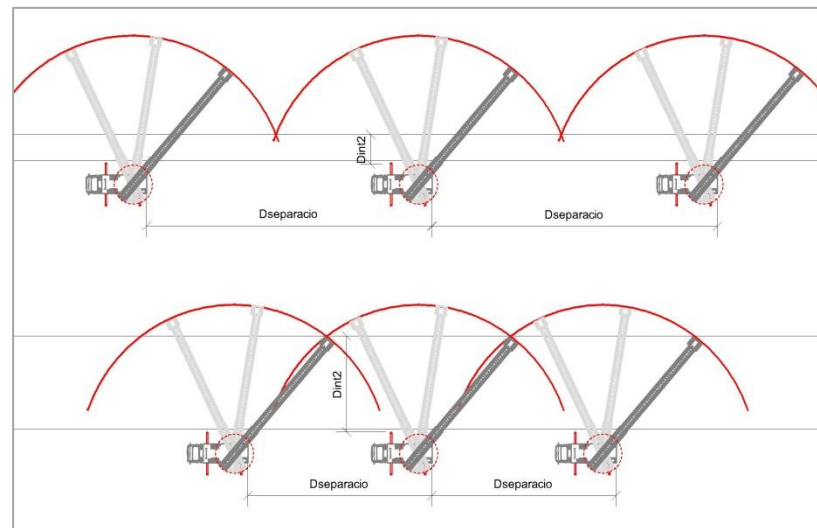
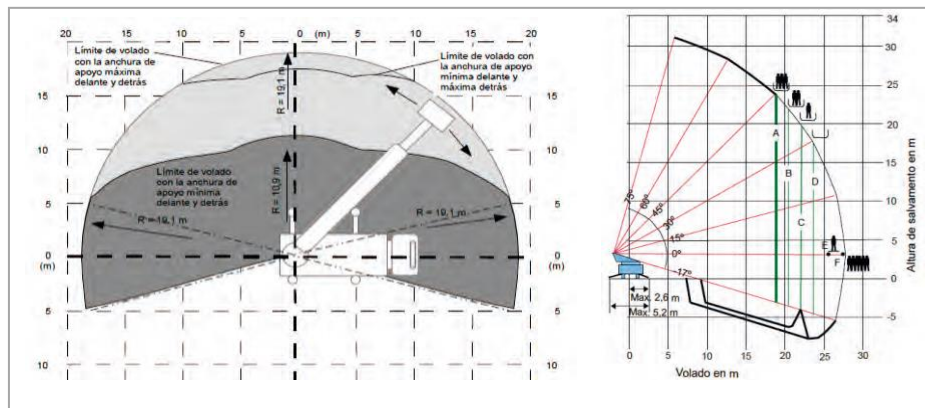
- Guals a aparcaments
- Parades d'autobús
- Espai amb ubicació de contenidors
- Espai de vorera lliure d'elements
- Espais especialment reservats amb aquesta funció



■ Camp prestacional: Espai de maniobra

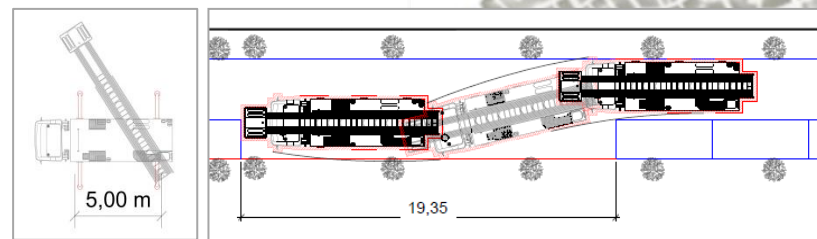
- Espai maniobre vehicles

■ CAMP PRESTACIONAL: ESPAI DE MANIOBRA AUTOESCALES (> 9 METRES)



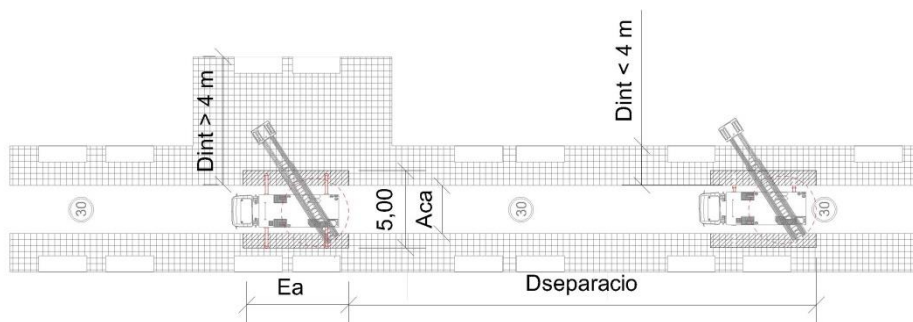
Radi d'acció limitat:

- Pes a carregar
- Desplegament dels suports laterals
- Radi part posterior escala

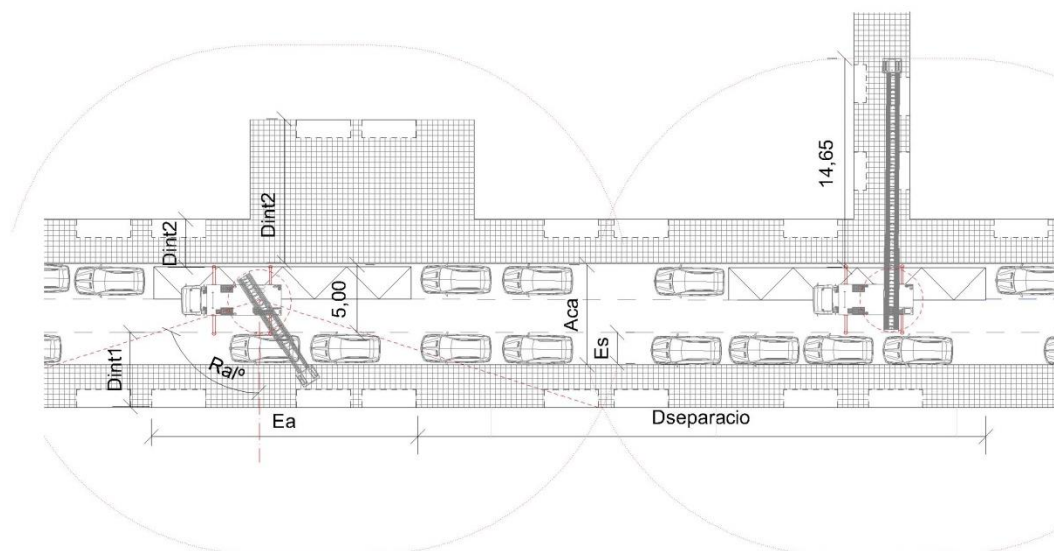


- Camp prestacional: Espai de maniobra
 - Espai maniobre vehicles

■ CAMP PRESTACIONAL: ESPAI DE MANIOBRA AUTOESCALES



Ample de calçada (Aca) [m]	Espai d'aproximació (Ea) [m]	Ample d'aparcament (Es) [m]
Aca < 5,00	5,00	No permès
5,00 ≥ Aca ≤ 7,00	19,35	2,00
Aca > 7,00	19,35	2 x 2,00



PREVISIÓ DE DISTÀNCIA MÍNIMA PER A RECOLZAMENT DEL VEHICLE AUTOESCALA

Fiba D.01

Dint	Dseparació	Elevació	Raó (°)	Espai (m)			H Intervenció
				Ea	Es	Aca	
3,5	43,30	0,30	73	6,35	7,14	7,80	0,71
4,0	42,90	0,30	72	6,13	6,96	7,51	0,65
4,5	42,94	0,30	71	5,91	6,80	7,30	0,60
5,0	42,37	0,30	69	5,73	6,66	7,13	0,55
5,5	41,87	0,30	68	5,55	6,54	7,03	0,51
6,0	41,44	0,30	66	5,40	6,42	7,02	0,47
6,5	40,90	0,30	64	5,26	6,31	7,00	0,44
7,0	40,48	0,30	62	5,14	6,20	7,00	0,41
7,5	39,82	0,30	6	5,03	6,14	7,00	0,38
8,0	39,33	0,30	58	4,92	6,06	7,01	0,35
8,5	38,70	0,30	57	4,83	5,99	7,04	0,33
9,0	38,02	0,30	55	4,73	5,93	7,03	0,31
9,5	37,39	0,30	53	4,64	5,86	7,07	0,29
10,0	36,50	0,30	51	4,57	5,80	7,05	0,27

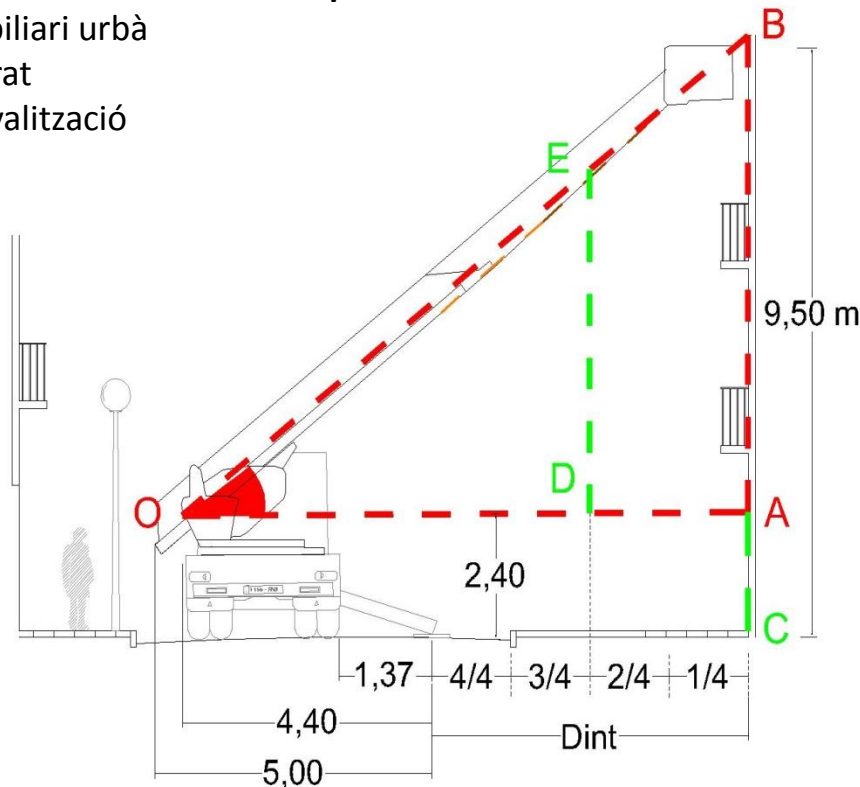
Ample de calçada (Aca) [m]	Espai d'aproximació (Ea) [m]	Espai d'aparcament (Es) [m]
Aca < 5,00	5,00	No permès
5,00 ≤ Aca ≤ 7,00	19,35	2,00
Aca > 7,00	19,35	2 x 2,00

- Camp prestacional: Espai de maniobra
 - Espai maniobre vehicles

■ CAMP PRESTACIONAL: ESPAI DE MANIOBRA AUTOESCALES

Compatibilitat d'usos a la via pública:

- mobiliari urbà
- Arbrat
- senyalització



$$Tg(\varphi_1) = \frac{\overline{BA}}{\overline{OA}} \rightarrow \varphi_1$$

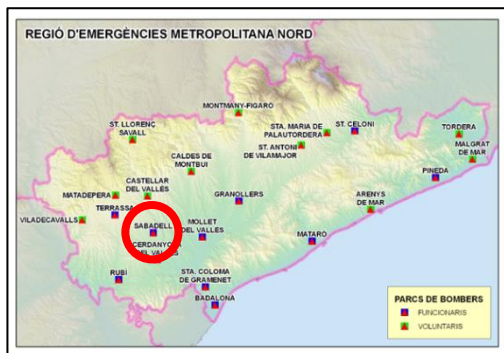
$$H_{max}(\overline{ED} + \overline{AC}) = \overline{OD} \cdot Tg(\varphi_2) + \overline{AC}$$

PREVISIÓ DE DISTÀNCIA MÍNIMA PER A RECOLZAMENT DEL VEHICLE AUTOESCALA										Fibra D.01	
Dist	Desplacament	Excepció	Raf (°)	54	59	64	69	74	79	84	Intervenció
3,5	43,30	0,30	73	6,35	7,14	7,80	8,31	8,71	9,00	9,28	
4,0	45,96	0,30	72	6,13	6,96	7,59	8,09	8,38	8,64	8,88	
4,5	48,94	0,30	71	5,91	6,80	7,39	7,88	8,16	8,40	8,62	
5,0	52,27	0,30	69	5,73	6,69	7,24	7,71	8,00	8,23	8,44	
5,5	55,87	0,30	68	5,55	6,58	7,10	7,56	7,84	8,06	8,26	
6,0	59,64	0,30	66	5,40	6,49	7,00	7,45	7,72	7,94	8,14	
6,5	63,58	0,30	64	5,26	6,41	6,90	7,34	7,61	7,83	8,03	
7,0	67,68	0,30	62	5,14	6,35	6,83	7,26	7,53	7,75	7,95	
7,5	71,92	0,30	60	5,03	6,30	6,77	7,19	7,46	7,68	7,88	
8,0	76,30	0,30	58	4,93	6,26	6,72	7,14	7,41	7,63	7,83	
8,5	80,79	0,30	57	4,83	6,21	6,66	7,08	7,35	7,57	7,77	
9,0	85,39	0,30	55	4,73	6,17	6,61	7,03	7,30	7,52	7,72	
9,5	89,99	0,30	53	4,64	6,12	6,55	6,97	7,24	7,46	7,66	
10,0	94,69	0,30	51	4,57	6,07	6,49	6,91	7,18	7,40	7,60	
Amplada de càrrega (Ac) [m]		Distància d'aproximació (Ed) [m]		Distància d'aparcament (Ea) [m]							
Ac < 6,10		Ed 0,00		Ea No permet							
6,10 < Ac < 7,10		Ed 10,30		Ea 3,00							
Ac > 7,10		Ed 10,30		Ea 2 x 2,00							

■ Proves de camp

■ PROVES DE CAMP

Data de les proves: 7 d'octubre de 2016
Vehicle utilitzat: IVECO MAGIRUS 23 M
Parc de sortida: Sabadell (REM Nord)
Emplaçaments: Circuit Sabadell segons plànol
Carrer de Can Borrel (P.I. IKEA)



Objectius de la prova (autoescala):

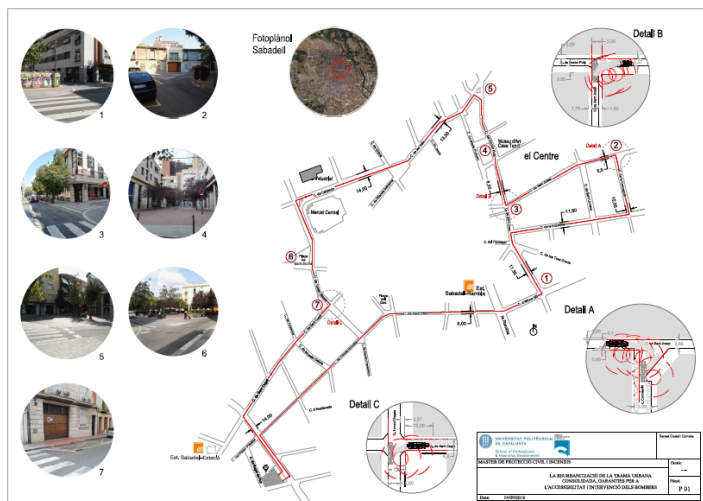
- Comportament del vehicle en el seu entorn real de circulació
- Validar premisses de càlcul gràfic
- Validar les taules

CIRCUIT URBÀ
CIRCUIT MANIOBRES



- Proves de camp
 - Circuit urbà de Sabadell

PROVES DE CAMP



Conclusions del circuit urbà de Sabadell (autoescala):

- Aprofitament del **franqueig d'elements** que es troben dintre el seu radi de gir, permetent reduir l'afectació inicialment prevista i augmentar-ne l'agilitat.
- Disposar d'un **espai reservat per al gir** (en aquest cas d'autobusos urbans) ha possibilitat el gir. Les dimensions són 13 metres
- Les interseccions **no finalitzen en un angle de 90º**. L'espai necessari per a realitzar les maniobres és veu reduït.
- Vials **d'una única plataforma** el vehicle pot pujar a sobre de la vorera per realitzar el gir.

La reurbanització de carrers en trama urbana consolidada: Garanties per a l'accessibilitat i intervenció dels Bombers

- Proves de camp
 - Circuit urbà de Sabadell

■ PROVES DE CAMP



UNIVERSITAT POLITÈCNICA
DE CATALUNYA

School of Professional
& Executive Development

Institut de
Seguretat Pública
de Catalunya



La reurbanització de carrers en trama urbana consolidada:

Garanties per a l'accessibilitat i intervenció dels Bombers

■ Proves de camp

- Circuit urbà de Sabadell
- circuit de maniobres

■ PROVES DE CAMP



Conclusions circuit de maniobres:

- Aprofitament del franqueig d'elements que es troben dintre el seu radi de gir, permetent reduir l'afectació inicialment prevista i augmentar-ne l'agilitat.
- Disposar d'un espai reservat per al gir (en aquest cas d'autobusos urbans) ha possibilitat el gir. Les dimensions són 13 metres
- Les interseccions no finalitzen en un angle de 90°. L'espai necessari per a realitzar les maniobres és veu reduït.
- Vials d'una única plataforma el vehicle pot pujar a sobre de la vorera per realitzar el gir.



UNIVERSITAT POLITÈCNICA
DE CATALUNYA

School of Professional
& Executive Development

Institut de
Seguretat Pública
de Catalunya



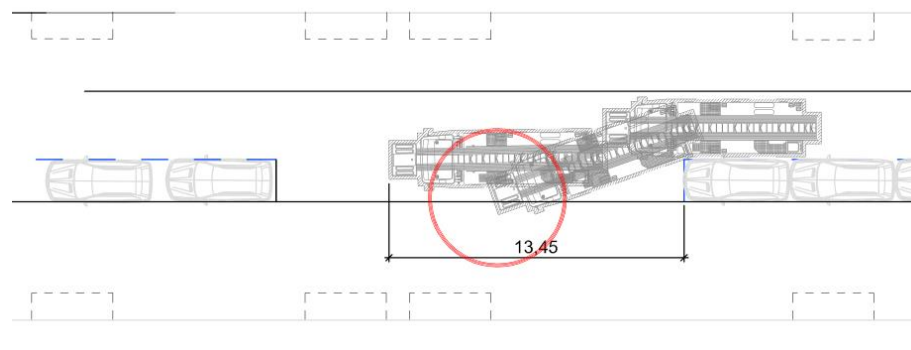
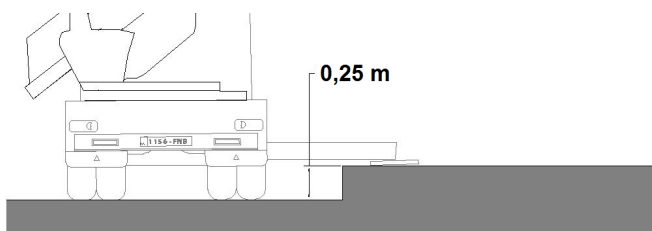
La reurbanització de carrers en trama urbana consolidada: Garanties per a l'accessibilitat i intervenció dels Bombers



■ Proves de camp

- Circuit urbà de Sabadell
- circuit de maniobres

■ PROVES DE CAMP



■ Altres propostes

■ ALTRES PROPOSTES

Major temps d'arribada dels mitjans:

- incendi més desenvolupat (flash over)
- Temperatures més elevades que afecten a la resistència portant de les estructures, estabilitat i integritat de les sectoritzacions.

Incendis amb **més extensió** i amb més **requeriments tècnics**, que requereixen de més quantitat d'agent extintor i pressió.

Es requereix més temps per a realitzar **rescats** de persones atrapades.

Dificultat en la refrigeració de façana per a **limitació de la propagació exterior**.



LIMITACIONS
CONSTRUCTIVES I D'ÚS
SECTORITZACIÓ INTERIOR
SECTORITZACIÓ EXTERIOR
RESISTÈNCIA ESTRUCTURAL
REACCIÓ AL FOC
INSTAL·LACIONS PCI
EVACUACIÓ



La reurbanització de carrers en trama urbana consolidada: Garanties per a l'accessibilitat i intervenció dels Bombers

- Exemple d'aplicació
 - Ús de les taules

■ EXEMPLES D'APLICACIÓ



UNIVERSITAT POLITÈCNICA
DE CATALUNYA

School of Professional
& Executive Development

Institut de
Seguretat Pública
de Catalunya



La reurbanització de carrers en trama urbana consolidada:

Garanties per a l'accessibilitat i intervenció dels Bombers



- Exemple d'aplicació
 - Ús de les taules
 - Errors típics detectats

■ EXEMPLE D'APLICACIÓ: ERRORS TÍPICS DETECTATS



La reurbanització de carrers en trama urbana consolidada: Garanties per a l'accessibilitat i intervenció dels Bombers



UNIVERSITAT POLITÈCNICA
DE CATALUNYA

School of Professional
& Executive Development

Institut de
Seguretat Pública
de Catalunya



- Exemple d'aplicació
 - Ús de les taules
 - Errors típics detectats

■ EXEMPLE D'APLICACIÓ: ERRORS TÍPICS DETECTATS

