

Dinàmica fluviotorrencial de la riera de les Arenes (Terrassa)

Itinerari geoambiental I



AUTORS: *Maria Inmaculada Benito Nieto, Isabel Domínguez Albiac, Xavier Martí Ausejo, Silvia Hermosilla Fernández*

Coordinació general IDP: *Alfred Sánchez Krellenberg*

Itinerari geoambiental dirigit a professors de ciències geològiques i ambientals de secundària. Inclou exercicis i activitats prèvies i posteriors a la sortida de camp. Elaborat pel Grup de treball de Ciències de la Terra i del Medi Ambient - Institut de Desenvolupament Professional (IDP) - Universitat de Barcelona.

Aquesta publicació és una versió revisada i actualitzada del treball realitzat per Josep Carbonell Terme, Dolors Hernández Pascual, Daria Mañas Segura, Xavier Martí Ausejo i Joan Plana Pagés amb la coordinació científica de Rogelio Linares Santiago i la coordinació general de Carme Albaladejo Marcet.

col·lecció / colección

DOCÈNCIA I METODOLOGIA DOCENT, 45

edició / edición



Institut de Desenvolupament
Professional
UNIVERSITAT DE BARCELONA



Primera edició: Setembre 2023

Edició: Institut de Desenvolupament Professional-ICE. Universitat de Barcelona
Pg. Vall d'Hebron, 171 (Campus de Mundet) - 08035 Barcelona

Tel. (+34) 934 035 175; idp.ice@ub.edu

Consell Editorial: Maria Rosa Buxarrais, Isabel Paula, Jordi Andreu, Mercè Gracenea

Correcció de text: Mercè Gracenea

amb el suport de / con el apoyo de:



UNIVERSITAT DE
BARCELONA

Aquesta obra està subjecta a la llicència CreativeCommons 3.0 de
Reconeixement-NoComercial-SenseObresDerivades. Consulta de la llicència
completa a: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/es/deed.ca>



*Esta obra está sujeta a la licencia CreativeCommons 3.0 de Reconocimiento-
NoComercial-SinObraDerivada. Consulta de la licencia completa en:*
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/es/deed.ca>

Benito Nieto, M.I., Domínguez Albiac, I., D., Martí Aussejo, X., Hermosilla
Fernández, S. (Autors), Sánchez Krellenberg, A. (coord.). 2023. Dinàmica
fluviotorrencial de la riera de les Arenes (Terrassa), Barcelona, Universitat de
Barcelona (Institut de Desenvolupament Professional-ICE) 2021. Document
electrònic. Disponible a: <http://hdl.handle.net/2445/203628>

ISBN: 978-84-09-55268-9

URI: <http://hdl.handle.net/2445/203628>

ÍNDEX

1. INTRODUCCIÓ.....	1
1.1. Presentació i justificació.....	1
1.2. Objectius.....	2
1.3. Sabers més importants que es treballen (seleccionats tant de l'ESO com del Batxillerat).....	3
1.4. Competències específiques més importants que es desenvolupen (seleccionats tant de l'ESO com del Batxillerat).....	4
1.5. Conceptes i sabers previs.....	5
1.6. Material complementari.....	5
2. GEOCONTEXT DE LA RIERA DE LES ARENES.....	6
2.1. Introducció: les rieres de Terrassa.....	6
2.2. Història geològica dels voltants prequaternaris de la riera de les Arenes i del ventall al·luvial de Terrassa.....	8
2.2.1. Relació entre la serra de Sant Llorenç de Munt i l'Obac i la riera de les Arenes.....	8
2.2.2. Formació geològica de la serra de Sant Llorenç del Munt i l'Obac.....	8
2.3. Geomorfologia de la serra de Sant Llorenç de Munt i l'Obac.....	14
2.4. Dinàmica de la riera de les Arenes.....	16
2.5. Caracterització dels ventalls al·luvials.....	18
3. ACTIVITATS PRÈVIES (introducció a la problemàtica mediambiental).....	23
3.1. Anàlisi de riscos.....	26
3.2. Situació meteorològica el dia dels aiguats.....	27
3.3. Quantitat de precipitació del dia 25-09-1962 mesurada en un pluviògraf.....	30
3.4. Quantitat de precipitació del dia 25-09-1962 segons un mapa d'isohietes.....	31
3.5. Ocupació del territori per part de l'home.....	32
3.6. Context geològic de la zona.....	35
3.7. Xarxa hídrica del ventall al·luvial.....	39
4. SORTIDA DE CAMP - GUIÓ DE L'ALUMNE.....	43
4.1. Primera parada. Terrassa – 1 (pont polígons nord).....	43
4.1.1. Orientació i localització en el mapa.....	43
4.1.2. Observació de la Riera.....	45
4.2. Segona parada. Matadepera (gual de Can Prat sobre la part alta de la Riera de les Arenes).....	47
4.2.1. Orientació i localització en el mapa.....	47
4.2.2. Observació i estudi de l'acció antròpica sobre la Riera.....	48
4.2.3. Observacions sedimentàries. (El punt d'observació seria aigües avall del gual, a mà dreta).....	50
4.2.4. Observació d'un aflorament. (El punt d'observació torna a ser aigües amunt del gual).....	52
4.3. Tercera parada. Terrassa - 2 (Pont de l'Avinguda de Béjar).....	54
4.3.1. Orientació i localització en el mapa.....	54
4.3.2. Determinació de la cota.....	55
4.3.3. Anàlisi de riscos.....	56
4.4. Quarta parada. Terrassa – 3 (centre comercial i pont FFCC).....	58
4.4.1. Orientació i localització en el mapa.....	58
4.4.2. Observació de la llera a l'alçada del pont del ferrocarril.....	58

4.4.3. Assut perpendicular.....	60
4.4.4. Contrapendents als marges de la Riera.....	61
4.4.5. Observació i anàlisi de riscos.....	62
4.5. Cinquena parada. Terrassa - 4 (al costat de la benzinera).....	66
4.5.1. Orientació i localització en el mapa.....	66
4.5.2. Observació de la llera (cal baixar a la llera).....	66
4.5.3. Assuts, rescloses o murs perpendiculars.....	71
5. ACTIVITATS D'AMPLIACIÓ POSTERIORES A LA SORTIDA.....	74
5.1. Estudi del mapa d'inundacions de l'any 1962.....	74
5.2. Estudi del model de creixement urbà de Terrassa.....	75
5.3. Càlcul de cabals a partir de dades preses a la sortida.....	77
5.4. Intensitat màxima de pluja continuada que suporta la canalització.....	81
5.5. Transport de materials durant la inundació.....	83
6. SOLUCIONARI ACTIVITATS PRÈVIES.....	86
6.1. Anàlisi de riscos.....	86
6.2. Situació meteorològica el dia dels aiguats.....	87
6.3. Quantitat de precipitació del dia 25-09-1962 mesurada en un pluviògraf.....	87
6.4. Quantitat de precipitació del dia 25-09-1962 segons un mapa d'isohietes.....	88
6.5. Ocupació del territori per part de l'home.....	88
6.6. Context geològic de la zona.....	90
6.7. Xarxa hídrica del ventall al·luvial.....	92
7. SORTIDA DE CAMP - GUIÓ DE L'ALUMNE – SOLUCIONARI.....	96
7.1. Primera parada. Terrassa – 1 (pont polígons nord).....	96
7.1.1. Orientació i localització en el mapa.....	96
7.1.2. Observació de la Riera.....	98
7.2. Segona parada. Matadepera (Gual de Can Prat sobre la part alta de la Riera de les Arenes).....	99
7.2.1. Orientació i localització en el mapa.....	99
7.2.2. Observació i estudi de l'acció antròpica sobre la Riera.....	99
7.2.3. Observacions sedimentàries. (El punt d'observació seria aigües avall del gual, a mà dreta).....	101
7.2.4. Observació d'un aflorament. (El punt d'observació torna a ser aigües amunt del gual).....	102
7.3. Tercera parada. Terrassa - 2 (Pont de l'Avinguda de Béjar).....	103
7.3.1. Orientació i localització en el mapa (figura 59).....	103
7.3.2. Determinació de la cota.....	103
7.3.3. Anàlisi de riscos.....	104
7.4. Quarta parada. Terrassa – 3 (centre comercial i pont FFCC).....	105
7.4.1. Orientació i localització en el mapa (figura 61).....	105
7.4.2. Observació de la llera a l'alçada del pont del ferrocarril.....	106
7.4.3. Assut perpendicular.....	106
7.4.4. Contrapendents als marges de la Riera.....	106
7.4.5. Observació i anàlisi de riscos.....	107
7.5. Cinquena parada. Terrassa - 4 (al costat de la benzinera).....	109
7.5.1. Orientació i localització en el mapa (figura 64).....	109

7.5.2. Observació de la llera (cal baixar a la llera).....	110
7.5.3. Assuts, rescloses o murs.....	111
8. SOLUCIONARI ACTIVITATS D'AMPLIACIÓ POSTERIOR A LA SORTIDA.....	112
8.1. Estudi del mapa d'inundacions de l'any 1962 (figura 66).....	112
8.2. Estudi del model de creixement urbà de Terrassa.....	113
8.3. Càlcul de cabals a partir de dades preses a la sortida.....	114
8.4. Intensitat màxima de pluja continuada que suporta la canalització (figura 69).....	115
8.5. Transport de materials durant la inundació.....	116
9. BIBLIOGRAFIA I WEBGRAFIA.....	119
9.1. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA I PER SABER-NE MÉS.....	119
9.2. IMATGES UTILITZADES EN AQUESTS TREBALL.....	122
10. ANNEXOS.....	122
10.1. Imatges fotogràfiques de Ramon Valls Giralt cedides per Jaume Valls Puig (fill).....	122
10.2. Imatges fotogràfiques de l'arxiu de Miquel Bonet.....	126
10.3. Recull d'altres imatges fotogràfiques extretes de la web https://recordsdeterrassa.wordpress.com/riuades-1962/	127

1. INTRODUCCIÓ

1.1. Presentació i justificació

Aquest primer volum de la col·lecció d'itineraris geoambientals va ser elaborat i presentat l'any 2006 pels seus autors originals. En aquesta 2a edició hem volgut actualitzar l'itinerari suprimint i millorant algunes de les parades. El motiu principal ha estat la intervenció humana modificant la geomorfologia al voltant de la zona d'estudi, la riera de les Arenes. Aquestes modificacions ens han obligat a replantejar algunes de les observacions i de les activitats de les parades de l'itinerari.

Una altra modificació important d'aquesta 2a edició ha estat l'ordre de les parades. La primera parada serveix per situar l'alumnat a la zona d'estudi, i la seqüència de la resta de parades segueix l'ordre lògic del cicle geològic extern, és a dir, començar per les zones d'erosió on trobaríem l'àrea font, i continuant amb les zones de transport i sedimentació aigües avall de la riera.

També hem afegit un nou apartat, el geocontext de la zona, traient-lo de la seva ubicació original a les activitats prèvies. Aquest apartat serà doncs una informació per al docent, el qual podrà utilitzar segons convingui.

Hem seguit a més la **nova ordenació curricular tant a l'ESO com al Batxillerat**. Així, aquests materials es poden fer servir a les matèries del Batxillerat de *Geologia i Ciències Ambientals* i també a *Reptes científics actuals (biologia i geologia)*. A l'ESO, els materials poden ser de molta utilitat per desenvolupar les competències específiques de la matèria de *Biologia i Geologia*, tant al quart curs com a tercer o fins i tot a primer. Aquest ampli ventall d'aplicació als diferents nivells educatius de l'ensenyament secundari és una de les característiques més importants d'aquests materials ja que, cada docent, té la llibertat d'adaptar-los reduint o ampliant les activitats proposades segons les seves necessitats, i també segons els interessos i les capacitats dels alumnes. La proposta, a més, pot servir com a model d'estudi per altres zones diferents a la riera de les Arenes però amb la mateixa problemàtica mediambiental.

Els docents d'aquest grup de treball que hem elaborat aquest itinerari pensem que, en la didàctica de les ciències geològiques i ambientals, cal incloure les **sortides de camp**. Aquest tipus d'aprenentatge situa l'alumne en context, el context de la realitat geoambiental que els és més propera i immediata. Un aprenentatge, per tant, molt més competencial. Ja sigui per dificultats tècniques, organitzatives o de qualsevol altra naturalesa, molt sovint en l'aprenentatge de les ciències dels alumnes de secundària es troba a faltar aquesta contextualització.

En el material que presentem hi trobareu:

- El geocontext. Informació per al docent.
- Unes activitats prèvies a la sortida de camp i, com a referent per al docent, una proposta de respostes a les qüestions plantejades.

- Un guió de l'alumne amb activitats per fer durant la sortida de camp i, com a referent per al docent, una proposta de respostes a les qüestions plantejades.
- Unes activitats posteriors a la sortida de camp (activitats d'ampliació) i, com a referent per al docent, una proposta de respostes a les qüestions plantejades.
- Uns annexos amb una completa galeria d'imatges. Aquestes imatges han de servir al docent per il·lustrar el treball a realitzar amb els alumnes.

L'opció d'aprenentatge que seguim en aquesta proposta, a banda de ser contextualitzat, és clarament constructivista. Les activitats estan dissenyades per tal que l'alumne sigui qui "descobreixi" i "construeixi" el coneixement. De vegades ho fa a partir dels conceptes previs, de vegades apartir del que observa, i de vegades a partir de la informació que se li subministra.

1.2. Objectius

L'objectiu general d'aquesta proposta és l'estudi de les característiques i el funcionament del **règim fluviotorrencial** que es desenvolupa a la riera de les Arenes (Terrassa), és a dir, la seva dinàmica. I també de quina manera l'ocupació del territori amb infraestructures humanes (habitatges, ponts, carreteres, polígons industrials ...) l'ha exposat a dinàmiques potencialment destructores que es donen de manera periòdica en el temps.

A nivell més concret i, com a objectius didàctics més específics o OBJECTIUS D'APRENTATGE, podem considerar els que es citen a continuació.

- Reconèixer els grans trets de l'evolució geològica de Catalunya i les unitats actuals de relleu per situar-se en l'espai (zona d'estudi de l'itinerari).
- Interpretar diferents fonts d'informació geològica i ambiental (mapes, talls, textos, diagrames, etc.) i relacionar-los amb l'entorn per situar-se i analitzar el relleu observable.
- Identificar les roques sedimentàries més rellevants de l'entorn per tal d'interpretar de manera correcta el processos geològics externs de meteorització, erosió, transport i sedimentació.
- Identificar els factors naturals i els d'origen antròpic que donin una explicació al relleu observat.
- Analitzar la incidència de l'aigua com agent geològic extern en el paisatge, interpretant de manera correcta les formes del relleu observables.
- Descriure les formes del relleu modelades per l'aigua per tal de fer un anàlisi dels riscos i les seves conseqüències.
- Relacionar els processos geològics relacionats amb la dinàmica fluviotorrencial i les activitats humanes per tal de definir de manera correcta els conceptes de risc natural i induït, vulnerabilitat, exposició, danys i mesures preventives i correctores.

- Analitzar i avaluar la utilitat dels mètodes de prevenció adoptats a la riera de les Arenes per tal d'evitar desbordaments i inundacions.
- Analitzar i interpretar dades de diversa procedència i naturalesa, així com realitzar càlculs numèrics senzills, per tal d'extraure conclusions.

També podem incloure com a objectiu general un dels OBJECTIUS DE DESENVOLUPAMENT SOSTENIBLE, concretament el número 11: *Aconseguir que les ciutats i els assentaments humans siguin inclusivament, segurs, resilents i sostenibles*. La població de Terrassa, com assentament humà, està exposat i és vulnerable enfront de la dinàmica natural de la riera de les Arenes. Mitjançant l'anàlisi que suposa aquest risc, es poden suggerir i proposar mesures de predicció, previsió i prevenció per fer l'assentament humà més segur, resilient i sostenible.

1.3. Sabers més importants que es treballen (seleccionats tant de l'ESO com del Batxillerat)

- Reconeixement i utilització de fonts fiables d'informació científica.
- Identificació d'algunes roques i minerals rellevants de l'entorn.
- Anàlisi de les funcions de la hidrosfera i dels riscos que se'n deriven, així com els impactes que genera l'activitat humana.
- Investigació i anàlisi dels riscos naturals i la seva relació amb els processos geològics externs.
- Anàlisi dels agents i processos geològics externs (meteorització, edafogènesi, erosió, transport i sedimentació) i els seus efectes sobre el relleu a partir de casos rellevants i de l'entorn.
- Relació entre les principals formes de modelatge del relleu, els agents geològics que les originen, el clima, els tipus de roques predominants, les propietats i la disposició relativa.
- Relació entre els processos geològics i les activitats humanes: conceptes de risc natural i induït, recurs, vulnerabilitat, exposició, danys i mesures preventives i correctores.
- Anàlisi del procés de diagènesi i relació amb la formació dels diferents tipus de roques sedimentàries segons material d'origen i ambient sedimentari.
- Interpretació de diferents fonts d'informació geològica i ambiental (mapes, talls, fotografies aèries, textos, posicionament i imatges de satèl·lit, diagrames de flux, etc.) a partir de l'entorn.
- Anàlisi dels riscos naturals derivats dels processos geològics externs i la relació que tenen amb les activitats humanes, a partir de casos propers.
- Justificació de la importància de les mesures preventives i correctores dels riscos generats pels processos geològics externs.
- Anàlisi de les dinàmiques de la hidrosfera i els riscos naturals causats per la seva interacció amb activitats humanes.

1.4. Competències específiques més importants que es desenvolupen (seleccionats tant de l'ESO com del Batxillerat)

- Interpretar fenòmens de la naturalesa, predient i argumentant el seu comportament a partir de models, lleis i teories propis de la geologia per apropiat-se de conceptes i processos propis de la ciència.
- Identificar els conceptes relacionats amb situacions problemàtiques reals de caràcter científic i proporcionar possibles solucions argumentant sobre la seva validesa.
- Analitzar els efectes de determinades accions sobre el medi ambient, basant-se en els fonaments de les ciències geològiques, per fer propostes d'acció i per decidir de manera informada sobre problemàtiques actuals que minimitzin els impactes mediambientals, que siguin compatibles amb un desenvolupament sostenible.
- identificar els possibles riscos naturals potenciats per determinades accions humanes sobre una zona geogràfica, tenint en compte les seves característiques litològiques, el relleu i la vegetació.
- Relacionar les activitats humanes amb els impactes que reben els paisatges.
- Analitzar críticament conceptes i processos de Geologia i Ciències Ambientals seleccionant i interpretant informació en diferents formats (mapes, talls, gràfics, taules, etc.).
- Resoldre problemes per donar explicació a processos geològics o ambientals cercant i utilitzant recursos diversos com coneixements, dades, informació, raonament o eines i recursos digitals.
- Analitzar a partir d'observacions i coneixements científics de geologia i ciències ambientals les causes i les conseqüències socials i econòmiques dels principals problemes mediambientals des d'una perspectiva personal, local i global.
- Deducir i explicar la història geològica d'una àrea determinada identificant-ne i analitzant-ne els elements geològics a partir d'informació en diferents formats (fotografies, talls, mapes geològics, etc.).
- Fer prediccions sobre fenòmens i riscos naturals en una àrea determinada analitzant la influència de diferents factors (activitatshumanes, climatologia, relleu, vegetació, localització, processos geològics externs, etc.) i proposar accions per prevenir o minimitzar-ne els efectes negatius.

1.5. Conceptes i sabers previs

Per tal d'afrontar amb garantia d'èxit l'aprenentatge pensem que els alumnes haurien d'haver treballat en algun moment, si més no de manera parcial, els següents sabers:

- Estructura geològica bàsica de Catalunya: Pirineus, Depressió Central i Sistema Mediterrani.
- Conceptes geomorfològics relacionats amb un règim hídic fluviotorrencial: conca hidrogràfica, formes d'erosió, formes de sedimentació, etc.
- Roques i materials sedimentaris.
- Conceptes de vulnerabilitat, exposició i perillositat.
- Concepte de "ventall al·luvial" i de "debris-flow" (Corrent d'arrossegalls).
- Interpretació de mapes topogràfics.

1.6. Material complementari

Per a la sortida:

Cinta mètrica llarga (per mesurar amplada riera)
Regle petit per mesurar sobre mapa
Calculadora

Altres:

Mapa urbà actual de Terrassa

Mapa topogràfic núm. 392 - E: 1/50.000 en format digital de l'IGN

2. GEOCONTEXT DE LA RIERA DE LES ARENES

2.1. Introducció: les rieres de Terrassa

Quan mirem qualsevol mapa, cartografia del relleu o un ortofotomapa de la ciutat de Terrassa, hom pot endevinar una determinada distribució de la trama urbana sobre el terreny. Aquesta distribució coincideix, aproximadament, amb una determinada geologia subjacent.

Fixem-nos per exemple en la **figura 1** la representació, a sobre de l'ortofotomapa d'una zona del Vallès Occidental, dels dipòsits quaternaris propers a Terrassa i Matadepera, la seva trama urbana, i algunes de les rieres que travessen aquests municipis destacades en blau.



Figura 1. Dipòsits quaternaris sobre l'ortofotomapa d'alguns municipis del Vallès occidental com Terrassa i Matadepera. En blau el recorregut d'algunes de les rieres que travessen aquests municipis. Font: captura adaptada del visor del mapa geològic de Catalunya 1:25000

Com podem observar, existeix una clara interacció entre el traçat urbanístic d'aquestes poblacions i les litologies del període quaternari de les que parlarem més endavant. Especialment, en el cas de Terrassa, podem veure com el traçat dels dipòsits quaternaris es distribueix de forma radial interferits per diferents rieres. Algunes de les rieres més importants són a l'oest, la riera del Palau i, a l'est, la riera de les Arenes que creua de nord a sud la totalitat de la ciutat.

Aquesta última, la de les Arenes, és la que mostra un major recorregut i la podem seguir des de la seva capçalera, al municipi de Matadepera, entre la serra de l'Obac i la serra de Sant Llorenç del Munt, per després travessar les poblacions de Matadepera, en primer lloc, i de Terrassa, en segon lloc, on agafa major entitat.

Ambdues rieres, la del Palau i la de les Arenes, s'ajunten just abans del límit municipal de Terrassa on passen a formar la riera de Rubí. Així, la conca de la riera de les Arenes forma part de la del Llobregat i presenta un recorregut total fins a arribar al terme municipal del Papiol de 32,725 km, amb una superfície total de 115 km². La seva capçalera se situa a una altitud de 944 m a l'anomenat coll d'Eres, al costat del Montcau (1054 m) ja a la comarca del Bages.

A Terrassa hi ha moltes més rieres que en sumen una longitud total d'uns 17 km, algunes han estat parcialment renaturalitzades com la de Vallparadís -afluent de la riera del Palau- però la majoria han estat canalitzades amb murs d'endegament, transvasades o cobertes, incloses les del Palau i la de les Arenes. Aquestes accions han estat realitzades per tal de desenvolupar la creixent trama urbanística de forma més segura, ja que diferents aiguats al llarg de la seva història i especialment els de l'any 1962, amb centenars de víctimes mortals, van posar de manifest aquesta necessitat.

Arribats a aquest punt ens podem preguntar quin és el funcionament d'aquestes rieres i perquè són tan perilloses i mortals. Una part de la resposta es troba en tenir en compte el funcionament d'aquestes rieres amb el seu entorn geològic del qual en formen part. L'altra part de la resposta està vinculada a l'exposició dels elements vulnerables en aquestes zones de risc.

Per explicar tot això hem de recordar que, quan obríem aquesta introducció amb la descripció del dipòsits quaternaris que podem observar en el mapa geològic sintetitzat a la **figura 1**, dèiem que aquests es disposaven en forma radial, però a més podem observar que ho fan a partir d'un punt d'inflexió, que fa de coll d'ampolla, i en el que la riera de les Arenes fa d'eix vertebrador entre la capçalera i la gran obertura que s'estén a banda i banda de les serres, la qual cosa ens indica un canvi important de pendent. Aquesta descripció coincideix amb un tipus de dipòsit sedimentari: el **ventall al·luvial**.

La formació del ventall al·luvial de la riera de les Arenes és molt recent, ja que és quaternari, i més concretament **d'edat Plistocena** - fa uns 1.8 milions d'anys - tot i que, per saber més sobre els seus orígens i el seu

desenvolupament, abans, hem de començar per la història geològica del seu voltant prequaternari. En el següent punt, fem un repàs molt breu i resumit als trets més importants del passat geològic, tant de la serra que li subministra el sediments com del basament sobre el que s'estén el ventall al·luvial de Terrassa.

2.2. Història geològica dels voltants prequaternaris de la riera de les Arenes i del ventall al·luvial de Terrassa

2.2.1. Relació entre la serra de Sant Llorenç de Munt i l'Obac i la riera de les Arenes

Com hem vist, la riera de les Arenes neix a la serra de Sant Llorenç del Munt i l'Obac, per tant, tant la riera com el ventall al·luvial que es desenvolupa aigües avall estan molt lligats a aquesta.

La serra aprovisiona el material que transporta la riera i per tant constitueix **l'àrea font** de la que s'alimenta el ventall. Així els còdols, les sorres i les argiles que es disseminen per tota la seva extensió són arrossegats des de la capçalera de la riera, transportats i dipositats en la plana. Aquí ens podem preguntar com és possible que es produeixi aquesta dispersió de material? Quan? i Per què?

Part de les respostes a aquestes qüestions la trobem en dos aspectes fonamentals; la disponibilitat de material susceptible de ser transportat aigües avall i l'existència d'una important pendent que és trencada de manera sobtada. Ambdós aspectes estan relacionats amb la geomorfologia de la zona.

Abans de parlar de la geomorfologia necessitem conèixer els trets característics més importants relacionats amb la formació de la serra de Sant Llorenç de Munt i l'Obac, i entendre les condicions geològiques de la seva gènesi. Això ens ajudarà a entendre el desenvolupament del ventall al·luvial de la riera de les Arenes, ja que saber la geologia del passat és entendre la geologia actual i permet identificar els riscos geològics, motiu pel qual es realitzen aquests itineraris geoambientals.

2.2.2. Formació geològica de la serra de Sant Llorenç del Munt i l'Obac

La serra de Sant Llorenç del Munt i l'Obac que pertany a la **Serralada Prelitoral** és, geològicament parlant, un sistema deltaic que es va desenvolupar durant l'Eocè superior -fa uns 35 Ma- cap al nord-oest, és a dir, en direcció contrària a l'actual ventall al·luvial de la Riera de les Arenes que es desenvolupa cap al sud-est. Però, clar, quan es formava aquest sistema deltaic a l'Eocè superior, fa uns 35 Ma, la riera de les Arenes i el seu ventall no existien ja que aquests estan datats amb menys de 1.8 Ma.

Aquest sistema deltaic pertany a la unitat de la **Depressió o Conca Terciària de l'Ebre** (vegeu la **figura 2**), que tot i que actualment està drenada pel riu Ebre, el qual desemboca cap a l'est en el mar Mediterrani, fa milions d'anys drenava cap al nord, si bé aquesta era més petita que l'actual.



Figura 2. Principals unitats estructurals de Catalunya Font: adaptació del mapa estructural de Catalunya 1:250000. ICGC

La formació de la Conca Terciària de l'Ebre

La formació d'aquesta conca sobre la que es va formar el sistema deltaic de Sant Llorenç del Munt i l'Obac (delta de Sant Llorenç d'ara en endavant), està molt relacionada amb la formació dels Pirineus, ja que esdevé una de les seves conques d'avantpaís.

Aquestes conques d'avantpaís són el resultat de la flexió còncava que es va produir a la litosfera, al davant o sota de l'orogen de col·lisió pirinenc, com a conseqüència dels apilaments - encavalcaments o mantells de corriment - que s'estaven produint a causa de l'aixecament. Això va provocar una sobrecàrrega litostàtica que, en superfície, es traduí en una subsidència molt forta amb la consegüent formació de diferents conques sedimentàries.

Sedimentació en la Conca Terciària de l'Ebre

Els esdeveniments sobre la sedimentació en aquesta conca són prou complexos i llargs d'explicar. En el nostre cas, només descriurem breument alguns dels trets que ens interessin per arribar on volem anar.

Aquesta conca de edat Terciària i de forma triangular va quedar delimitada pels Pirineus al nord, per la Cadena Costanera Catalana al sud-est i per la Cadena Ibèrica al sud-oest. Estava oberta cap a l'Atlàntic, com un braç d'aigua marina o un golf molt allargat. Totes les aigües continentals que s'abocaven en la seva vora drenaven en aquesta direcció, es a dir, cap a l'oceà Atlàntic.

Així, cap a la part central i oriental dels Pirineus i a les vores de la conca, durant pràcticament tot el Paleocè, es van instal·lar ambients sedimentaris netament continentals, com per exemple; ambients lacustres, ambients fluvials, ventalls al·luvials i ambients deltaics, molt afectats per diferents pujades i baixades del nivell del mar. Mentrestant, cap a l'oest, es desenvolupen els ambients sedimentaris marins.

El sistema deltaic de Sant Llorenç

Però no és fins a finals de l'Eocè que aquesta conca esdevé endorreica en quedar tancada sense pas cap a l'oceà, i es comencen a instal·lar, a tota ella, ambients sedimentaris continentals. Així mateix, en les zones més deprimides on s'havien quedat reductes del mar es van sedimentar les sals potàssiques que ara s'exploten a Cardona o Pamplona, en evaporar-se l'aigua marina.

Fins ara, hem descrit molt sintèticament les raons per les quals es van sedimentar els diferents sistemes deltaics a la vora de la conca sedimentària de l'Ebre. En les **figures 3A i B** podem veure alguns d'ells; el sistema deltaic dels Brucs, el de Montserrat, el de Vacarisses i per últim, el de Sant Llorenç del Munt. Però per apropar-nos una mica més a la formació del ventall al·luvial de Terrassa, del que ja hem dit que Sant Llorenç del Munt n'és la seva àrea font, hem de saber d'on sortia i com era el material que va aprovisionar el delta.

Vist de lluny, els conglomerats de Sant Llorenç del Munt semblen tots iguals, però quan es apropem podem veure que hi ha diferents nivells. Aquests materials detrítics tenen, en el seu conjunt, més de 1000 m de gruix i una gran extensió que està al voltant de 900 km², molt més extens que els conglomerats de Montserrat.

Això es degut, entre d'altres coses, a que no sempre va ser un delta, sinó que va anar evolucionant, ja que en la base trobem dipòsits que s'assemblen més als d'un con de dejecció on, en la zona més proximal, és a dir, la zona més propera al massís que s'estava erosionant, s'observen còdols, sorres i argiles de materials de composició i edats diferents. Així podem trobar d'edat Paleozoica, provinents de pissarres i pòrfirs; d'edat Triàsica, provinents de calcàries, dolomies i gresos, i alguns d'edat Cretàica provinents de calcàries amb orbitolines, bàsicament.

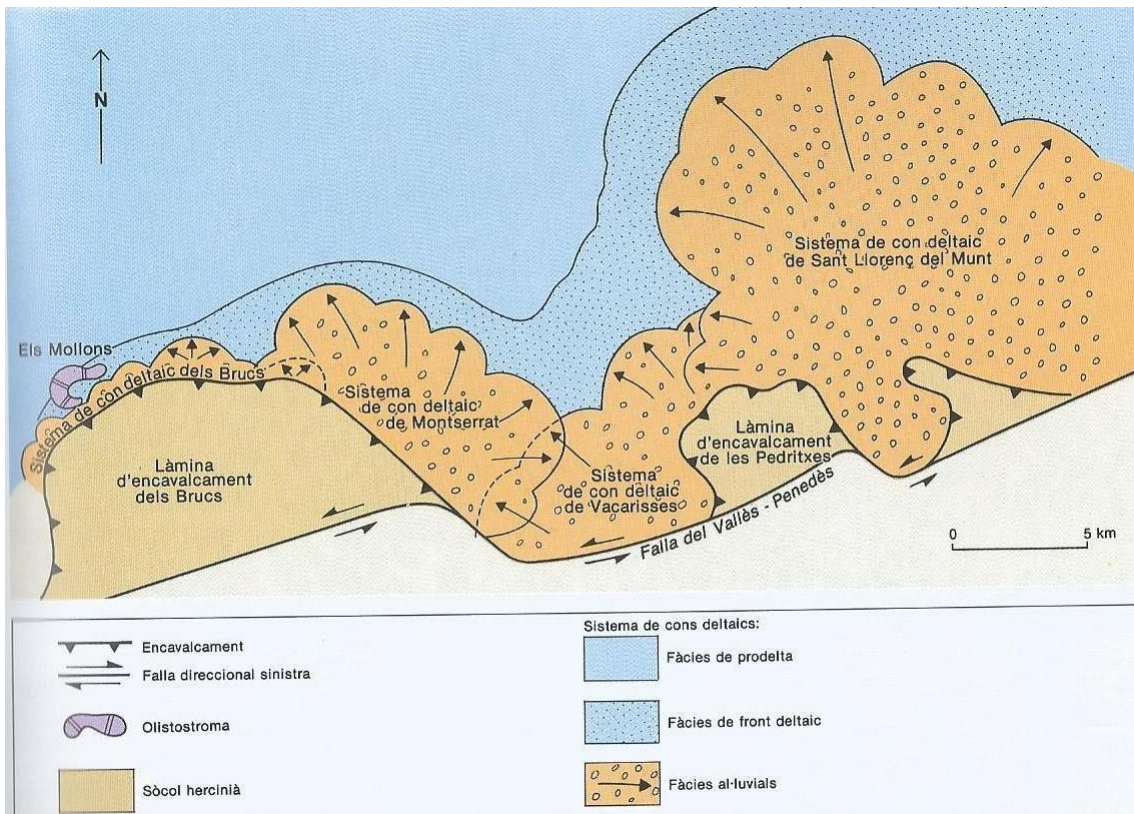


Figura 3A. Esquema d'alguns dels sistemes deltaics que es van desenvolupar durant l'Eocè als marges de la Conca Terciària de l'Ebre. Font: adaptat de la Enciclopèdia catalana "Història natural dels països catalans"

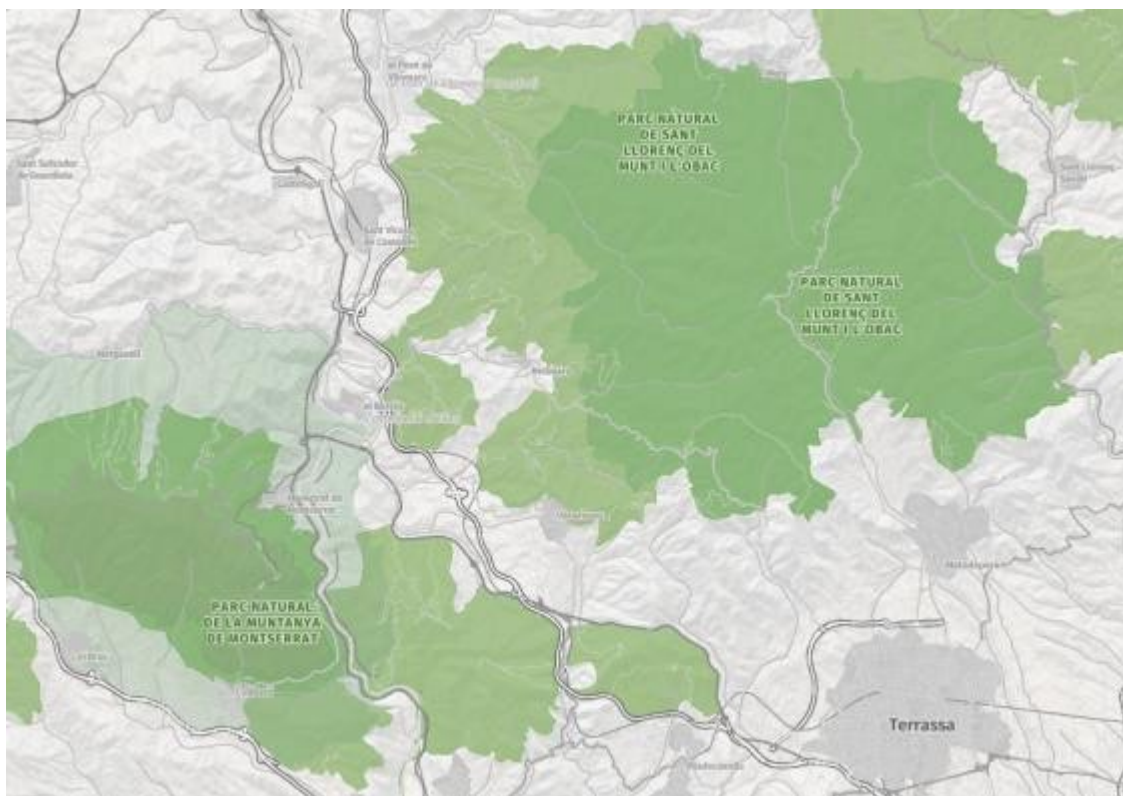


Figura 3B: Mapa amb situació actual dels parcs naturals de Montserrat i de Sant Llorenç del Munt i Serra de l'Obac. Font: adaptat de *contextmaps* – visor de l'ICGC

Cap al nord-oest ja més allunyat de l'àrea font o zona més distal, els nivells conglomeràtics queden esfilagarsats i tenen nombroses intercalacions de gresos i lutites vermelles, inclús s'intercalen amb materials marins – margues blaves i calcàries coral·lines - que mostren una activitat pròpia d'un sistema deltaic ben desenvolupat i diferenciat en la zona o fàcies de front deltaic, i la zona o fàcies de prodelta ja amb una clara influència marítima.

Tota aquesta erosió, transport i sedimentació va estar condicionada fonamentalment per dos esdeveniments interrelacionats. El primer és el de la instal·lació a la vora de la depressió de l'Ebre d'una important xarxa fluvial fruit del clima tropical que hi havia al Terciari inferior, ja que Catalunya estava situada en una latitud inferior o igual als 30° Nord, uns 10° menys que ara. Aquests vorells el constituïen la Cadena Costanera Catalana (vegeu la **figura 2**) també denominats com a Massís Català, Serralada Catalana o Catalànids.

El segon fet no menys important és que durant tot aquest procés, tan la conca sedimentària com l'àrea font, estaven afectats per la tectònica encarapresent de la formació dels Pirineus, que exercia forces de compressió; empenyent, encavalcant i aixecant els marges que es traduïa en un enlairament de l'àrea font i per tant en una reactivació de la xarxa fluvial. Tanmateix, augmentava la subsidència, és a dir, produïa nous enfonsaments de la conca de l'Ebre propiciant encara més l'erosió i la sedimentació.

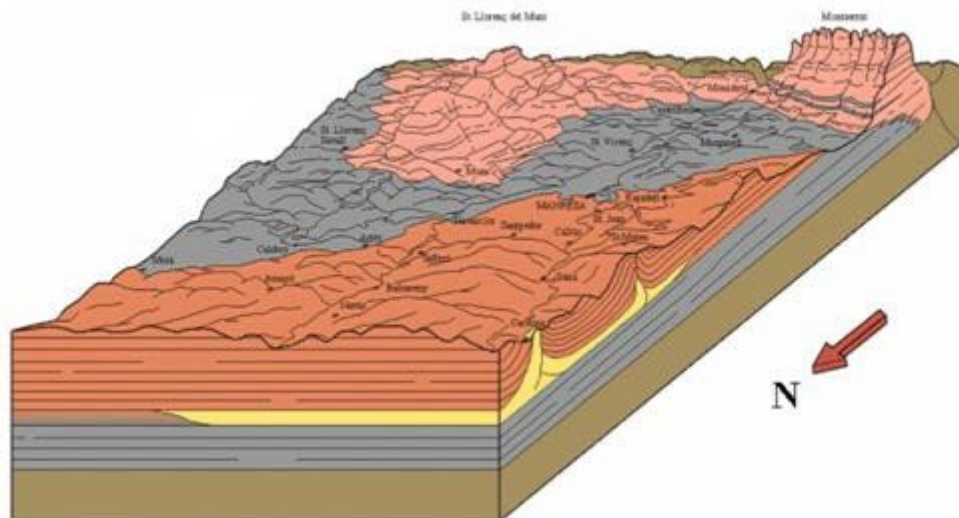


Figura 4. Extensió dels dipòsits deltaics de Sant Llorenç del Munt i de Montserrat sobre la Conca Terciària de l'Ebre. En groc els dipòsits de sals potàssiques. Font: pàgina web "El medi natural del Bages"

Així doncs, el sistema deltaic de Sant Llorenç es desenvolupa sobre la Conca Terciària de l'Ebre, cap a el nord-oest (vegeu la **figura 4**), amb un paleoclima i una tectònica que van propiciar l'acomodació i desmantellament de gran part dels materials mesozoics i paleozoics que formaven la Cadena Costanera Catalana i que vorejava la conca.

Quan aquest delta deixa de funcionar a finals de l'Oligocè en minvar l'activitat orogènica, aquests materials arrencats, retreballats i

ressedimentats sofreixen un procés de litificació i cimentació, i una posterior erosió per a esdevenir les roques que podem tocar avui en dia, és a dir, els conglomerats, les sorrenques i les lutites que formen el complex deltaic de Sant Llorenç.

Instal·lació d'una nova xarxa fluvial

A finals de l'Oligocè - fa uns 28 Ma - es succeeix una etapa extensiva que provoca l'aixecament del conjunt, degut als moviments isostàtics i a la reactivació de la falla del Vallès-Penedès que estava situada al seu extrem més oriental. És aquí on es forma una profunda depressió, la fossa del Vallès-Penedès, i on s'estableix una nova xarxa fluvial cap a l'est, és a dir, cap al Mediterrani, que va reblint la fossa de sediments terrígens amb els reductes de la Cadena Costera Catalana i les serres de la conca de l'Ebre, amb intercalacions de sediments marins durant el Miocè i fins al dia d'avui (vegeu la **figura 5**).

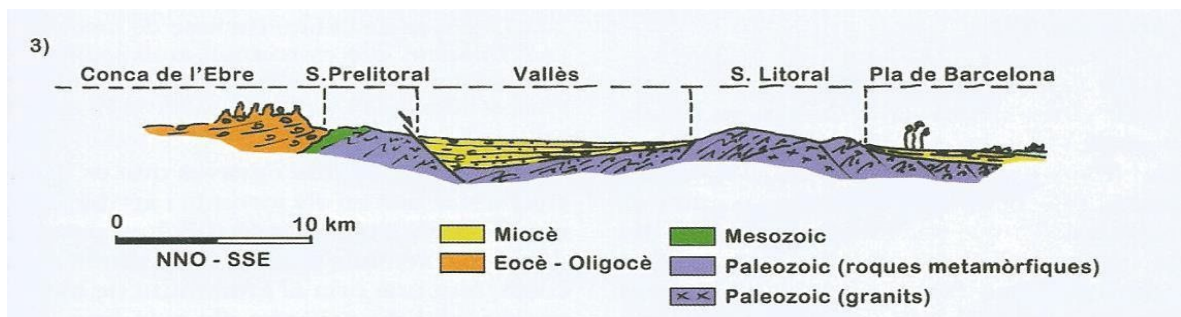


Figura 5. Perfil sintètic en el que es mostra les noves conques miocèniques (en groc) formades en l'etapa extensiva post-orogènica. La conca de l'Ebre ja no funciona com a tal i per tant els sistemes deltaics comencen a erosionar-se. Font: Gestació i naixement de la serra del Montsec (Rosell Sanuy, 1973).

El moment més actiu d'aquesta nova xarxa fluvial està molt relacionat amb un esdeveniment crític ocorregut a finals precisament del Miocè: la *crisi messiniana*, en la que es produeix la dessecació del mar Mediterrani. Amb el nivell de desembocadura cada vegada més allunyat i més baix es produeix una regressió de la xarxa fluvial i un encaixament important d'aquesta.

En aquesta regressió es produeixen les captures de cursos cada vegada més allunyats, travessant la Cadena Costanera Catalana i erosionant la Conca Terciària de l'Ebre ja pràcticament inactiva. Aquesta erosió va afectar també al sector del Vallès Occidental, i es pot associar a l'establiment del drenatge cap al mar formant-se la conca de la riera de les Arenes, entre d'altres, que va connectar amb la vall del Llobregat. Així mateix, es va formar la conca del riu Ripoll que va connectar amb la conca del Besòs.

No hem d'oblidar que, molt a prop de la capçalera de l'actual curs de la riera de les Arenes hi ha la divisòria d'aigües entre ambdues conques, la del Besòs i la del Llobregat. De fet, els torrents de la Grípia i de la Batzuga, que neixen a Matadepera i circulen paral·lels a la riera un xic més amunt, travessen de nord a sud el sector est del municipi de Terrassa i desguassen a la conca del Besòs, on ja prenen el nom de riu Sec. És remarcable que el naixement del torrent de la Grípia està tan sols a 150 m de la riera de les

Arenes, i sembla més que probable que les seves intencions futures, si seguís la seva regressió remuntant, sigui de capturar-la.

Finalment, sobre aquests sediments miocènics es desenvolupa, durant el plistocè, el ventall al·luvial de Terrassa i la riera de les Arenes que erosionen, transporten i dipositen els conglomerats poligènics del delta de Sant Llorenç, iniciant un nou cicle geològic (vegeu la **figura 6**).

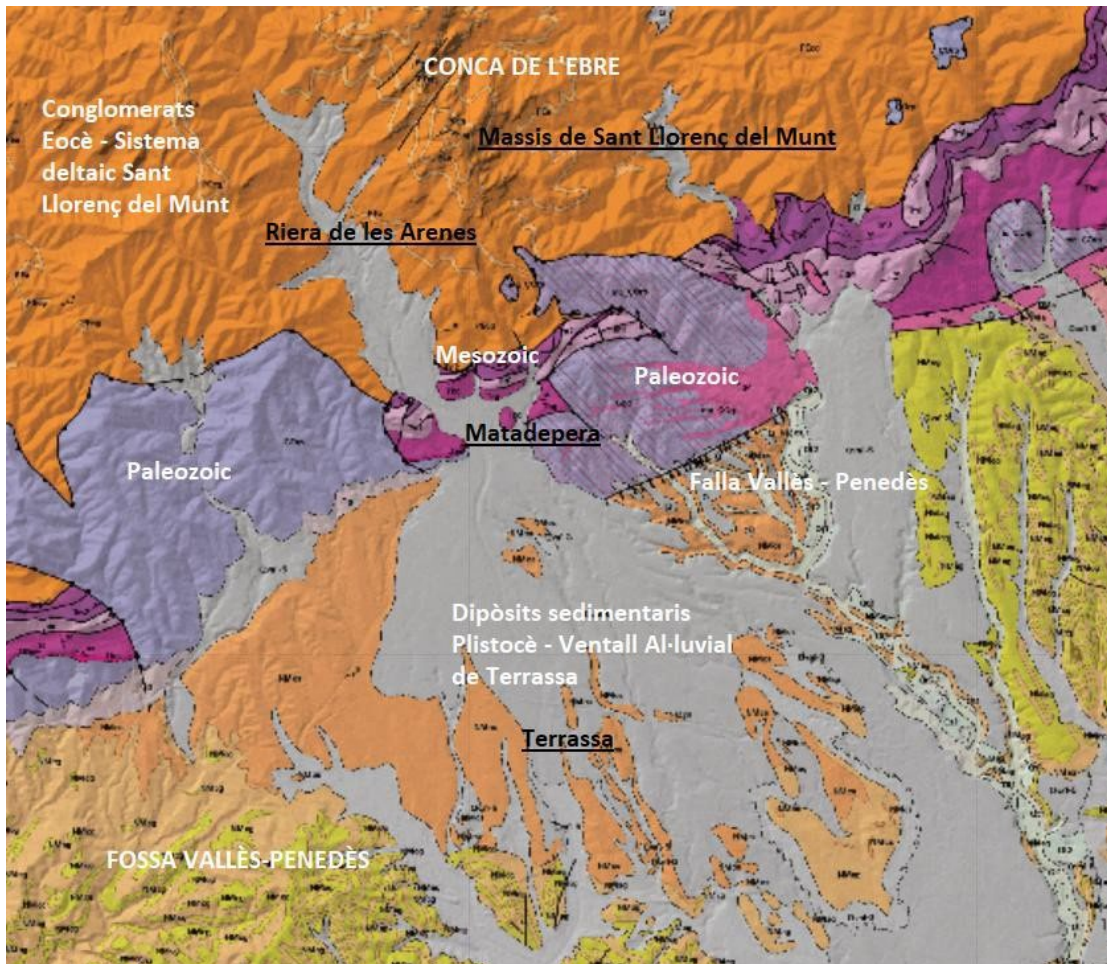


Figura 6. Mapa geològic de la nostra zona d'estudi amb la situació dels diferents elements. Font: modificat del mapa geològic de Catalunya 1:50000

2.3. Geomorfologia de la serra de Sant Llorenç de Munt i l'Obac

Com dèiem al començament, els aspectes més importants per comprendre el funcionament del ventall al·luvial estan relacionats amb la disponibilitat de material a l'àrea font i l'existència d'un important canvi en el pendent del canal principal. Ja hem parlat de la formació del delta fluvial de Sant Llorenç, i per tant sabem quina és la composició litològica de l'àrea font. El que ara necessitem és saber què, quan i com es produirà el fenomen.

Per donar resposta a aquestes qüestions ens hem d'atansar a la geomorfologia. Les formes del relleu estan molt condicionades per tres aspectes fonamentals: la litologia, l'estructura i el clima. Aquests tres condicionants interaccionen entre ells en major o menor proporció per donar lloc als diferents modelats rocosos els quals, a la seva vegada, estan

íntimament relacionats amb la facilitat o no d'erosió i per tant del seu transport i la seva sedimentació.

En l'aspecte de l'estructura geològica hem de dir que, ja en la formació del sistema deltaic de Sant Llorenç, es van produir diverses fractures o falles degudes a la compressió que exercia la formació de l'orogen pirenaic.

Els canvis paleogeogràfics que va experimentar la conca van estar controlats per la tectònica, i això no només va influir en la taxa d'erosió- sedimentació sinó també en la formació de grans fractures, en la formació de plans d'estratificació – discontinuïtats al cap i a la fi – i fins i tot en la formació d'un incipient diaclasat que ha propiciat l'actual erosió de tot el conjunt en general i dels conglomerats en particular.

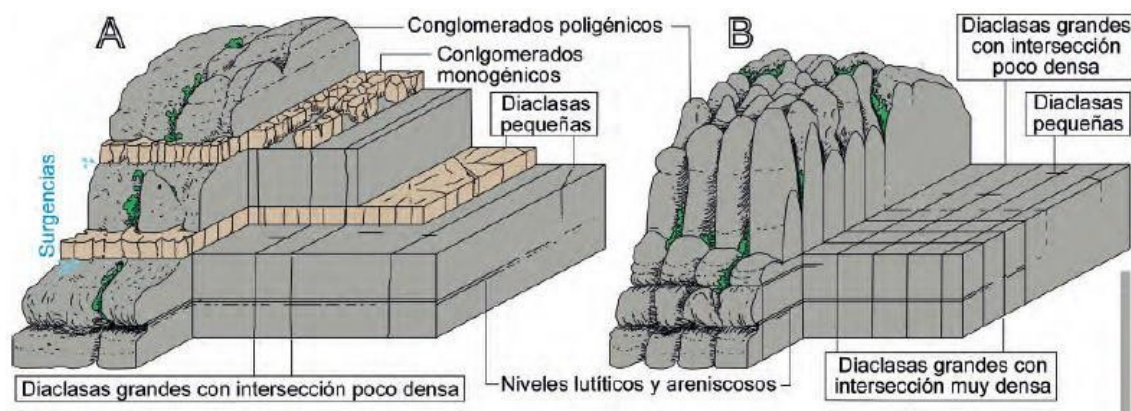


Figura 7: Aquests dos blocs, A i B, mostren les diferències geomorfològiques entre dos massissos conglomeràtics sotmesos a diferents densitats de diaclasat. Font: Oms et al. (2016)

Sobre la litologia, el fet que els conglomerats siguin molt resistents a l'erosió està relacionat amb el seu grau de cohesió, la permeabilitat i l'alterabilitat dels minerals que uneixen els còdols. Per tant, necessitem algun factor que alteri alguns d'aquests, un que pugui desfermar la seva duresa. Aquí s'uneixen tots els mecanismes; l'estructura geotectònica i l'estratificació diferencial ajuden a fracturar el conglomerat (vegeu la **figura 7**), també l'agent erosiu - depenent del clima seran l'aigua, el gel i/o el vent - s'encarreguen de la seva meteorització, i finalment la composició mineralògica i el grau de cimentació del conglomerat coadjuvaran al seu desmembrament en els sediments que, posteriorment, podrà transportar la riera de les Arenes.

Aquests mecanismes han caracteritzat el relleu càrstic de la serra de Sant Llorenç amb la formació d'un sistema de geofomes en profunditat que retroalimenten l'erosibilitat del massís.

2.4. Dinàmica de la riera de les Arenes

El curs de la riera de les Arenes

Per la superfície de la riera de les Arenes circula aigua només quan plou. Neix sota el cim del Montcau, en una zona on els relleus conglomeràtics pateixen una erosió diferencial, degut a diferències en la seva composició. Just després segueix per unes valls embarracades, degut a una fractura, on es produeix una sobreexcavació ràpida. Finalment, abans d'arribar a la plana de Terrassa, va desfilant ràpidament mentre se l'incorporen altres rieres de menor entitat, efectuant diversos canvis de direcció. En tot el seu recorregut es troba molt canalitzada, on altes parets de conglomerats la confinen en forma d'"U".

Aproximació al funcionament hidrològic de la riera de les Arenes

Alguns estudis sobre la hidrologia de la riera de les Arenes indiquen que, aquesta, necessita que es compleixin almenys dos tipologies de successos pluviosos per tal que circuli aigua per la seva llera a la zona de capçalera.

El primer succés està relacionat amb l'alt grau de carstificació que té la serra on neix; l'aigua s'escola i circula pel diaclasat i arriba als avencs - hi ha més de tres-cents cavitats repartides pel massís - on s'acumula. Aquestes cavitats normalment es disposen de forma horitzontal seguint els nivells que contenen els conglomerats amb una composició més calcària. Per a que aquest sistema, que forma part del sistema freàtic, es trobi en situació de saturació s'han tingut que produir pluges, en l'últim mes, superiors a 110 l/m² o un mínim de 40 l en una hora en un mateix dia.

Un segon tipus d'esdeveniment seria el que es produís una pluja torrencial de més de 80 l/h, sense que el nivell freàtic hagi d'estar saturat.

S'ha observat que, en el cas de pluges abundants amb el sistema saturat, la pluja caiguda en la capçalera arriba a la plana, és a dir circula fins a travessar Terrassa. Mentre que en el segons tipus, tot i que sembli contradictori, si aquesta pluja torrencial no es produeix almenys durant dos hores, no arribarà a la plana.

Això suposa que en algun lloc de la capçalera a l'inici del seu recorregut hi ha un escolament important de l'aigua, que coincideix amb l'existència de falles i contacte entre materials de diferents edats que es troben en els encavalcaments subjacents.

Per tant, el funcionament de la riera en tota la seva extensió està condicionada per la situació d'estiatge en el qual es trobi el massís, la infiltració per estructures majors, i la intensitat de la pluja.

Dinàmica geològica actual de la riera de les Arenes

Com ja hem vist en punts anteriors, en la zona de capçalera és on es produeix la major taxa d'erosió de la riera. El pendent acusat en la zona, un 7,9 %, augmenta l'energia de l'aigua que hi circula en els moments de plujaintensa, i és capaç d'acabar d'arrencar i descalçar aquells còdols, sorres i argiles que ja estaven sent debilitats per la meteorització. Aquests sediments queden incorporats al cabal circulant, sent transportats aigües avall on, al seu pas, torna a arrencar i incorporar nous sediments en augmentar el seu poder erosiu. I si les condicions ho permeten, fins i tot pot convertir-se en un **flux hiperconcentrat**.

El poder erosiu d'aquests fluxos hiperconcentrats és molt alt sobretot en condicions de confinament i amb pendents elevades, i són capaços de crear turbulències que poden transportar grans blocs augmentant així la seva perillositat.

A tot el sediment incorporat pel seu poder erosiu se li ha de sumar el que ja hi ha dipositat a la seva llera, ja sigui per l'acumulació de sediments que van caient de les escarpades parets encara que no plougui, com per anteriors cabals menors que no han tingut la força suficient per arrossegar els sediments més enllà d'un centenar de metres (vegeu la **figura 8**).

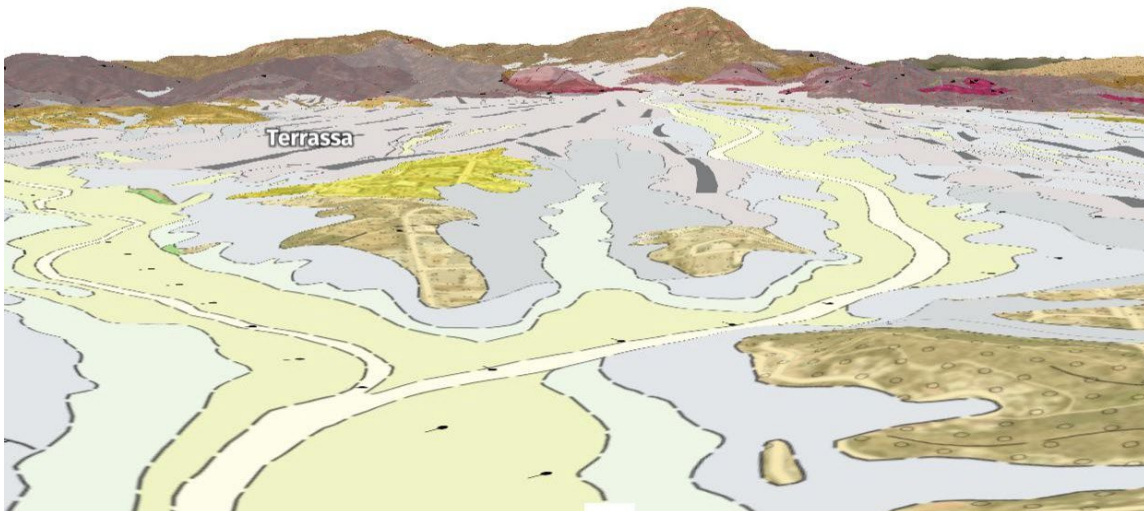


Figura 8. Composició en 3D de la cartografia geològica i l'ortofotomapa de l'àrea d'estudi. Al fons es pot veure la serra de Sant Llorenç del Munt i l'Obac i després d'un important canvi de pendent, la plana als seus peus per on circulen la riera de les Arenes –dreta- i la riera de Palau –esquerra. Font: visor del mapa geològic de Catalunya 1:25000. ICGC.

Aigües avall a partir de Matadepera es produeix un fort canvi de pendent, ja que passa a ser d'un 3,1%, i això provoca una pèrdua en la capacitat portant i l'obliga a deixar anar la càrrega més pesant, mentre la resta del material el transportarà tant lluny com pugui depenent del cabal que s'hagi concentrat.

Finalment, la riera de les Arenes no ha tingut sempre el mateix recorregut. Segons alguns estudis s'ha disposat sobre el ventall al·luvial migrant des de l'est, al pliocè inferior, cap a l'oest al pliocè superior, per acabar actualment

entre ambdues posicions. En la següent **figura 9** es mostra un esquema d'aquestes posicions.

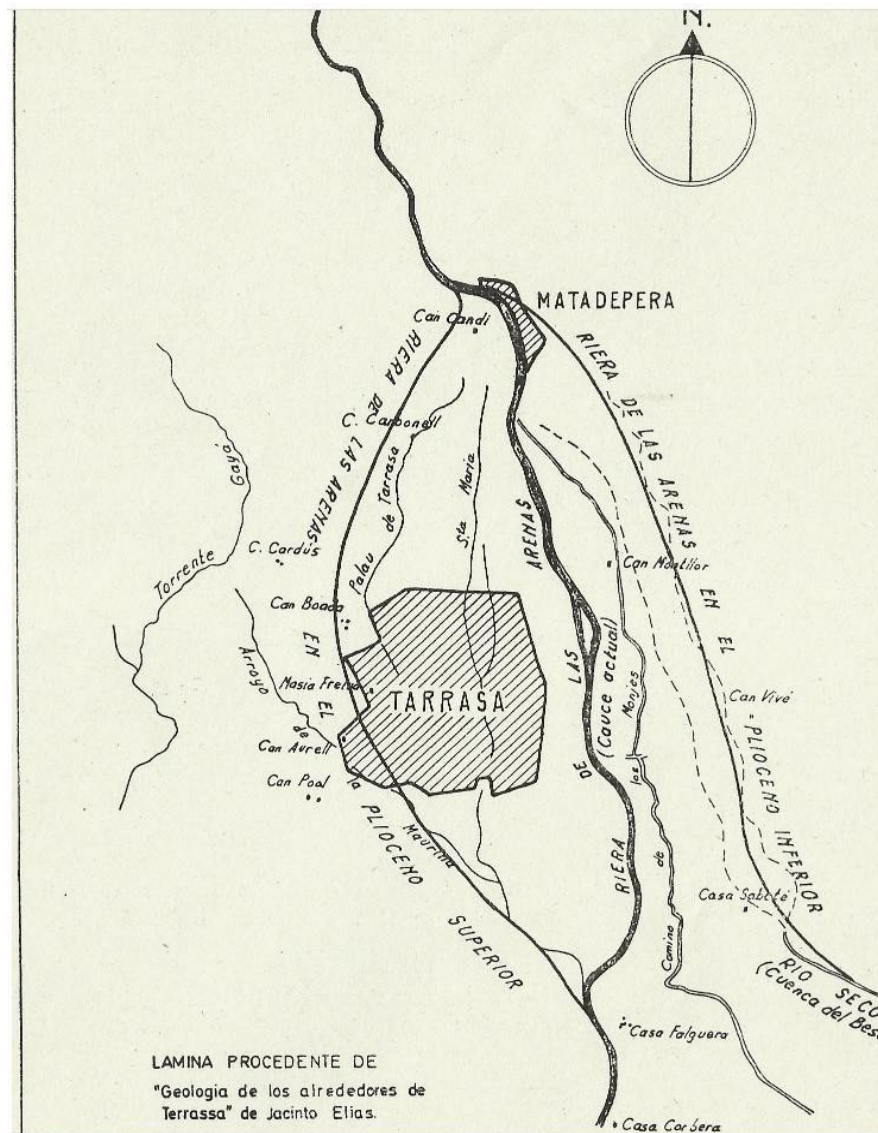


Figura 9. Diferents disposicions de la riera de les Arenes al llarg de la seva història geològica. Font: Elías (1934).

2.5. Caracterització dels ventalls al·luvials

Dels ventalls al·luvials en trobarem moltes definicions en què, les diferències, es troben en la mida relativa que tenen els cossos descrits, i pertant del seu nivell de desenvolupament.

Totes aquestes definicions comparteixen la descripció morfològica d'un cos sedimentari de forma cònica o de ventall, més o menys allargassat, i la seva formació en zones on existeix un trencament important del pendent on es produeix la sedimentació.

Per una banda, en el següent diagrama (**figura 10**), podem veure que la caracterització o les propietats d'un ventall al·luvial estan fortament lligades a dos variables fonamentals: la disponibilitat de material a l'àrea font i el

canvi de pendent. Si alguna d'aquestes queda modificat, s'alterarà substancialment el nostre ventall, ja que són els principals factors que el condicionen; a banda de la intensitat i l'energia amb què actuen els diferents processos sedimentaris responsables de la constitució específica dels ventalls al·luvials.

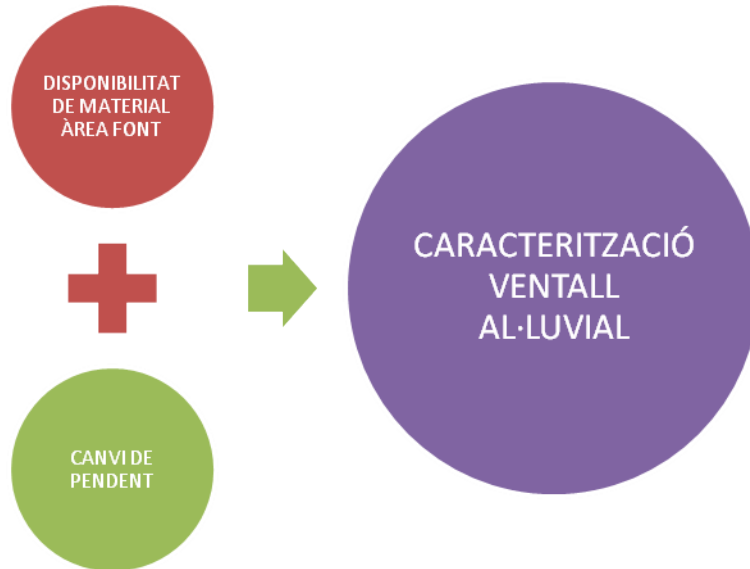


Figura 10. Variables que caracteritzen un ventall al·luvial.

Per altra banda, les condicions climàtiques impliquen un determinat tipus d'intensitat i descàrrega de la pluja, que a la vegada possibilita o no que es produeixi una bona selecció i retreballament del material sedimentari. Aquestes condicions també influeixen en les seves dimensions, que poden anar des de les desenes de metres fins a la desenes de quilòmetres.

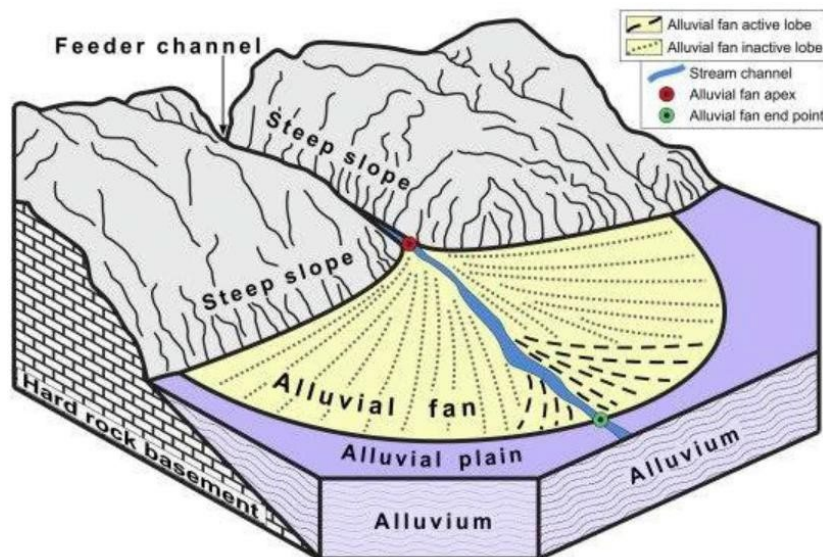


Figura 11. Parts d'un ventall al·luvial. Font. Imatge extreta de la web <https://www.quora.com>

El seu creixement també pot ser variable, tot i que té un perfil longitudinal còncav, el perfil transversal és convex, ja que pot abandonar una part i deixar de dipositar sediments i estendre's o retreballar una part adjacent. Aquest canvi posicional de les zones de dipòsit pot ser degut a moltes variables, com un canvi de pendent originat pels propis dipòsits, o canvien l'àrea font. Això ens explica com creixen els ventalls; ho fan amuntegant vertical i lateralment sediments fins i grollers, ja sigui per l'abandonament del canal principal i creació d'un de nou o per inundació lateral per sobreiximent d'aquest.

Evidentment, també augmenten les seves dimensions a la part frontal en el moment en què porten suficient cabal per fer-ho (vegeu les **figures 11 i 12**). Els canals principals que transporten els sediments de forma molt energètica i tractiva poden portar els sediments més lluny, i per tant fan créixer el ventall de forma longitudinal, creant grans bancs de conglomerats amb algunes estructures internes. Tot i així, la superfície topogràfica dels ventalls al·luvials es força plana tot i que presentin certa pendent.

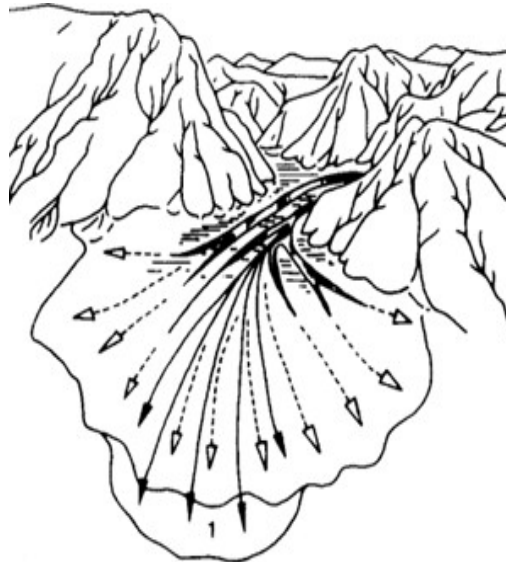


Figura 12. Model de creixement frontal i lateral dels ventalls al·luvials. Font. Imatge estreta del web <https://www.sciencedirect.com>

Així, tenim un canal principal que subministra els sediments, que depenent del seu gradient, del tipus de descàrregues, de la incidència dels moviments tectònics i de la geometria de la conca de deposició, generarà una morfologia o una altra de ventall. No oblidem que aquests canals poden variar la seva posició, no tan a la capçalera en la que es troben molt encaixats, com sí que ho fan al cos del propi ventall. Un exemple d'aquest moviment el podem veure a la **figura 9** on hi ha un esquema de les diferents posicions de la riera de les Arenes al llarg de la seva història geològica.

Es pot establir també una relació de la grandària amb la superfície de l'àrea font de la qual procedeixen els sediments; a més àrea font més superfície té el ventall. Però a més, hi influeixen les característiques litològiques dels sediments, ja que contra més grollers són, més petit és el ventall. Així,

l'àrea ocupada per un ventall és directament proporcional a la conca de drenatge, així com a la pluviositat i la litologia. De la mateixa manera també en dependrà la seva inclinació, sobretot a la zona de l'apex o punt d'intersecció.

Aquest punt d'intersecció també pot ser variable en el temps, ja que, si es produeixen molts dipòsits de material més o menys grollers en aquesta zona, es produirà un recreixement vertical, el qual provocarà la translació del punt d'equilibri més endavant o fins i tot cap endarrere. Aquesta translació provocaria aleshores una variabilitat en l'encaixament del canal principal, que pot ser abandonat i passa a transcorre per sobre dels dipòsits laterals, variant la seva posició inicial cap a llocs topogràficament més baixos.

Per tant, existeixen tota una sèrie de processos sedimentaris lligats a l'edificació dels ventalls al·luvials.

A més, la gran superfície existent adjacent al canal principal suggereix l'existència de corrents superficials carregades de material fora del canal principal, és a dir, **corrents no confinades molt tractives i energètiques**; són els escolaments de mantell (*sheet flood*). Aquests tipus de dipòsit es solen produir en inundacions sobtades (*flash floods*) (vegeu la **figura 13**).

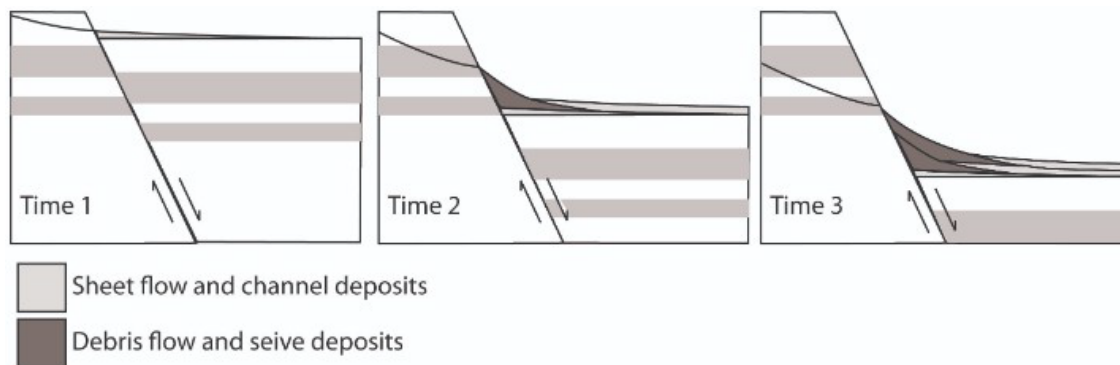


Figura 13. Esquema que mostra la relació entre la tectònica i la formació dels dipòsits de ventall al·luvial (*Debris flow* i *Sheet flow*). Font: Imatge estreta de la web <https://www.sciencedirect.com>

Un altre dels processos sedimentaris que es poden donar en els ventalls al·luvials és el dels **corrents d'arrossegalls** (*Debris flow*) els quals es poden moure dins del canal de forma ràpida, uns 10 m/s, amb un cert contingut saturat en aigua i molt carregats de sediments grollers (sorres, graves i còdols), la qual cosa fa que tingui un comportament plàstic. Així, en el seu camí, pot anar incorporant el material que trobi – arbres i grans blocs- i salvar qualsevol obstacle, caracteritzant-se per un alt grau de destrucció.

Aquests corrents d'arrossegalls, tot i que poden anar canalitzats en el seu inici, poden desbordar el canal i desconfinar-se. La majoria d'aquests processos s'originen a partir de lliscaments de masses de sediments

carregades en aigua per una pluja de curta durada i molt intensa. Un cas particular d'aquestes són les **colades de fang**, on el flux porta una matriu de partícules saturades en aigua que també es mouen ràpidament.

Perillositat dels ventalls al·luvials

En el nostre clima mediterrani es produeixen situacions aïllades d'aiguats tempestívols curts, violents i molt localitzats que poden provocar crescudes puntes i cabals importants que, al seu torn, podrien produir efectes considerables sobre el territori i grans moviments de materials en els llits de torrents i rieres.

En el cas dels ventalls al·luvials, aquestes pluges torrencials juntament amb la disponibilitat de material susceptible de ser mobilitzat, pot ser l'iniciador d'alguns dels processos sedimentaris que s'han descrit en l'anterior punt, ja siguin dins del canal principal com fora d'ell. En aquest segon cas, cal tenir en compte que l'ocupació humana en la superfície del ventall –estigui o no a prop del canal principal- no estan exemptes de patir el **risc**.

La posada en marxa de diferents fluxos en el canal principal poden tenir en el millor dels casos un avançament confinat al canal principal, però en el cas de que es desbordin tenen una capacitat d'arrossegament i d'erosió que els fan molt perillosos per a tots els elements vulnerables que trobin al seu pas. A més, tots aquests fluxos poden trobar diferents obstacles, com ho són les infraestructures, que els poden retenir i causar un efecte d'onada en produir-se l'arrabassament, la qual cosa pot amplificar exponencialment els danys aigües avall.

En general hem de **diferenciar el comportament dels rius i de les rieres**, però especialment ho hem de fer en el cas de les rieres que formen part dels ventalls al·luvials. Com hem vist, aquestes últimes tenen un comportament que pot ser més violent en cas d'aiguat degut a la inèrcia que poden portar les seves aigües carregades de sediments. Tampoc hem de descartar que tot i que l'endegament d'aquests canal busqui reduir el seu impacte, sempre hem de tenir en compte que haurem de conviure amb un cert risc.

3. ACTIVITATS PRÈVIES (introducció a la problemàtica mediambiental)

Narració dels fets: el 25 de setembre de 1962 «La gran riuada»

El 25 de setembre de 1962 Terrassa va viure el dia més tràgic de la història que li coneixem. El matí d'aquell dia va ser calorós i res feia pensar en el que succeiria unes hores després. Cap a la una del migdiava començar a ploure. Ningú pensava que aquella moderada i beneficiosa pluja començaria a fer-se més intensa i torrencial a mesura que passava la tarda fins convertir-se en una veritable tromba d'aigua.

Entre les nou i les dotze de la nit un terrible aiguat de 225 litres per m² va emportar-se vides, fàbriques, arbres, ponts, cotxes, amb un impuls inaturable i sobtat que provenia de les muntanyes de Sant Llorenç en direcció al mar. El Vallès Occidental, però sobretot Terrassa i Rubí, van viure una gran catàstrofe. L'especulació del sòl, la urbanització anàrquica, l'autoconstrucció, la imprevisió, havien situat cases molt a prop o gairebé al mateix llit de les rieres que envoltaven la ciutat. La força de les inundacions va fer desaparèixer moltes d'aquestes cases humils, especialment a la vora de la Riera de les Arenes, en la majoria dels casos propietat d'immigrants. Com que era de nit la majoria dels seus habitants estaven dintre casa descansant.

Les comunicacions telefòniques de la ciutat van quedar tallades, així com les carreteres que unien Terrassa amb Barcelona. Les primeres notícies de les greus inundacions que es registraven al Vallès Occidental i Baix Llobregat van partir de Sabadell. De Terrassa va sortir un «jeep» amb un missatge de l'alcalde Josep Clapés cap a Barcelona. Els supervivents recorden que la pluja va fer encara més obscura la nit i que només el llampecs trencaven aquesta obscuritat.

Les aigües torrencials baixaven per la Riera de les Arenes amb una força enorme. Al seu pas arrasava i destruïa un gran número de cases humils situades al seu llit o molt a prop d'ell. El nivell de la riera pujà fins al desbordament i envoltà els grups de Sant Llorenç i el barri de les Arenes. Els treballs de salvament es van fer molt difícils en aquesta zona, ja que el nivell al que havien arribat les aigües no permetia als equips de socors arribar a totes les parts on era precís. Els crits d'auxili i de dolor s'escoltaven per totes parts. Per la vora dreta, la riera obrí un nou llit, recuperà l'antic i arrasà les cases situades en el denominat barri del Hoquei, avançades sobre l'antic jaç, mentre que aigües avall, a Les Fonts, després de la confluència de les rieres del Palau i la del les Arenes, el desbordament inundà el sector inferior de la barriada.

A la Rambla d'Egara (llavors Avinguda del Caudillo), l'obturació del col·lector pels materials arrossegats va impulsar la riuada superficial, i les aigües assoliren dos metres d'alçada, amb greus danys a les cases i a les instal·lacions.

En la seva impetuosa corrent, l'aigua va arrossegar tot el que va trobar al seu pas, persones, vehicles, arbres, mobles, utensilis, etc...ocasionant alguns d'aquests objectes totals o parcials ensorraments d'edificis. Altres cotxes i arbres que no es van quedar al camí, la corrent va seguir portant-los fins a l'Avinguda del Pare Alegre i Camp del C.D. Kubalas i hortes adjacents, com a final del trajecte. Només al camp dels Kubalas es van comptar 24 cotxes i 58 més a la Rambla i Avinguda del Pare Alegre. Les travessies de la part nord de la Rambla també van resultar greument afectades enderrocant l'aigua alguns edificis que feien cantonada. Els establiments de la Rambla i Plaça Clavé van veure destrossades les seves portes.

Hom calcula que el cabal de la riera de les Arenes pogué assolir els 700 metres cúbics per segon o 200 a la riera del Palau al pas de la Rambla. També altres zones en resultaren afectades a Can Boada, Can Anglada, Sant Pere, la Maurina i a les carreteres de Martorell-Olesa, amb particular intensitat però menor àrea damnificada.

Bona part dels habitants de la ciutat no van tenir notícia del que realment estava succeint i aquella nit va ser per a ells una nit més de pluja. Aquests fins al dia següent no van poder comprovar la magnitud de la tragèdia.

Mentrestant es van anar produint escenes d'horror i desesperació que els dies següents anirien de boca en boca. Com és el cas d'una família que, pujada a la teulada de la seva casa inundada, va ser arrossegada per una allau d'aigua junt amb l'edifici i només va sobreviure, entre el fang, un home. O la gent que es va poder salvar refugiant-se al bar Pompeya, als antics baixos de l'edifici Europrix. També es recorda a la dona que va ser trobada despallada al final de la Rambla aferrada amb totes les seves forces a un tronc, coberta de fang. I potser l'escena més impressionant va ser la que va protagonitzar un noi de vint anys, Juan Sánchez, qui va recórrer cinc quilòmetres per l'interior del col·lector de Terrassa, després de caure en un forat produït al carrer Cervantes, fins sortir a la zona de Les Fonts. Les escenes dramàtiques van ser incomptables.

Un altre fet a destacar va ser el que va succeir amb el tren dels Ferrocarrils de Catalunya (avui FF.CC. de la Generalitat). Aquest havia sortit de Barcelona a les nou de la nit amb 105 passatgers. Després de creuar els ponts entre les Fonts i Terrassa (que es van enfonsar uns minuts després), es va detenir davant la forta tempesta. Des del tren es veia, amb la llum dels llampecs, la força amb què la corrent arrossegava cotxes i troncs d'arbres a pocs metres de la via. El maquinista, Luis Ruiz, va decidir aturar el tren i esperar a que el fort temporal amainés.

Ell i altres dos ferroviaris (Francisco Duce i Eliseo Santo Domingo) van aconseguir mantenir tancades les portes del tren davant el pànic dels passatgers que volien llençar-se al aigua. *"Fueron dos horas y media espantosas (...) Se oía gritar y rezar, llorar y maldecir. Por suerte todos los objetos que se detuvieron contra la máquina desviaron el agua en dos vertientes. Éramos como la proa de un barco, que resistía oleadas terribles de agua, algunas veces con tres o cuatro metros de altura.*

A les dotze i mitja de la nit, quan descendia el nivell de l'aigua, els 105 passatgers van abandonar el tren, servint-se de taulons i il·luminant-se amb periòdics usats com torxes. Els ferroviaris encara van romandre al tren fins al dia següent. Tota la premsa nacional va fer ressò del seu acte, que va evitar que cent nombres més s'afegissin a la llarga llista de víctimes. Finalment descriurem cronològicament els fets que es van produir el dia 25 de setembre de 1962 segons la Memòria del Projecte d'Acondicionament de la Riera de Les Arenes al seu pas per la ciutat de Terrassa.

7.30 h. de la nit. Plou fort.

9.00 h. de la nit. Desapareix la llum.

9.30 h. de la nit. Pànic a les cases al veure com l'aigua va ascendint. Impressionant soroll de la pluja al colpejar el sòl. És arrossegat el pont del ferrocarril sobre la Riera de Les Arenes.

10.30 h. de la nit. S'escolten impressionants crits ensordidors pel soroll de l'aigua. L'aigua penetra per les esclotxes de les portes. Els cops d'aigua arrossegueu alguns fugitius de les cases i moltes persones moren a dintre d'elles.

11.45 h. de la nit. Ha deixat de ploure. Algunes cases que han resistit són abandonades pels seus habitants en amenaçar ruïna. Alguns veïns que demanen auxili des de les teulades són arrossegats al ensorrar-se les cases.

"<https://recordsdeterrassa.wordpress.com/riuades-1962/>"
<https://recordsdeterrassa.wordpress.com/riuades-1962/>

(pàgina actualitzada a maig de 2023)

Els fets que explica la notícia no són fets únics ni aïllats, sinó que a la zona, històricament s'han repetit moltes altres vegades.

Hi ha dades enregistrades sobre inundacions al segle XVI, i als anys 1865, 1911, 1913, 1926, 1944, 1962 i 1971.

Després de la riuada del 25 de setembre de 1962, a l'any 1963, es van construir uns murs de contenció per defensar els marges de la riera i així evitar un altre desastre humà com el que s'ha explicat.

No obstant, el 20 de setembre de 1971, la virulència d'una altra riuada va trencar els murs de contenció i les aigües van tornar a sortir i van envair les vores; posteriorment es van reconstruir i ampliar aquests murs.

Dades extretes de Custodio Gimena et al. (1966)

3.1. Anàlisi de riscos

Després de llegir el relat i la informació anterior, localitza les parts del text que t'ajudin a respondre les qüestions següents:

A) Cita els DANYS que es van produir.

B) Per què van haver tants danys?. Descriu el procés natural, la seva intensitat i la seva periodicitat (revisa el concepte de PERILLOSITAT).

C) Fes una valoració qualitativa del nivell d'EXPOSICIÓ i de VULNERABILITAT de la població de Terrassa.

3.2. Situació meteorològica el dia dels aiguats

Observa els mapes següents i respon.

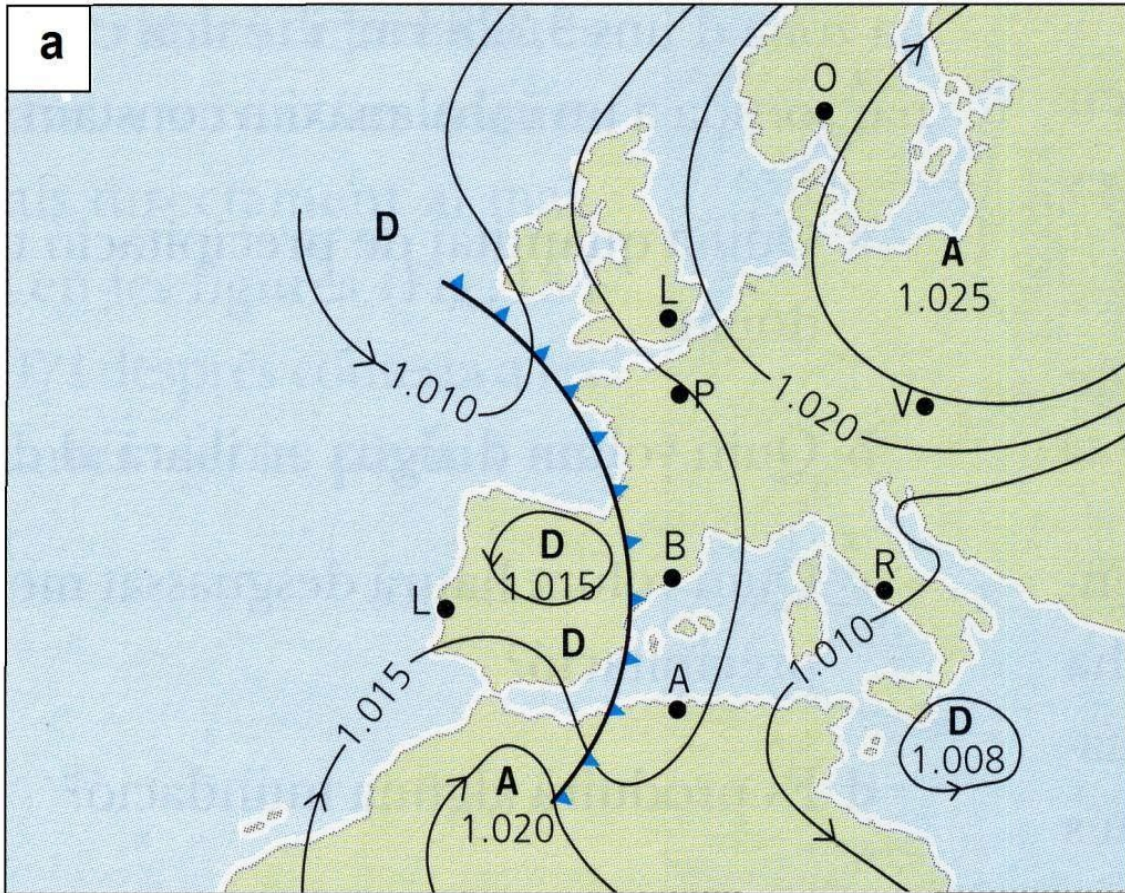


Figura 14. Mapa isobàric de superfície del 25 de setembre de 1962.
(Modificat a partir de Llasat, 1991)

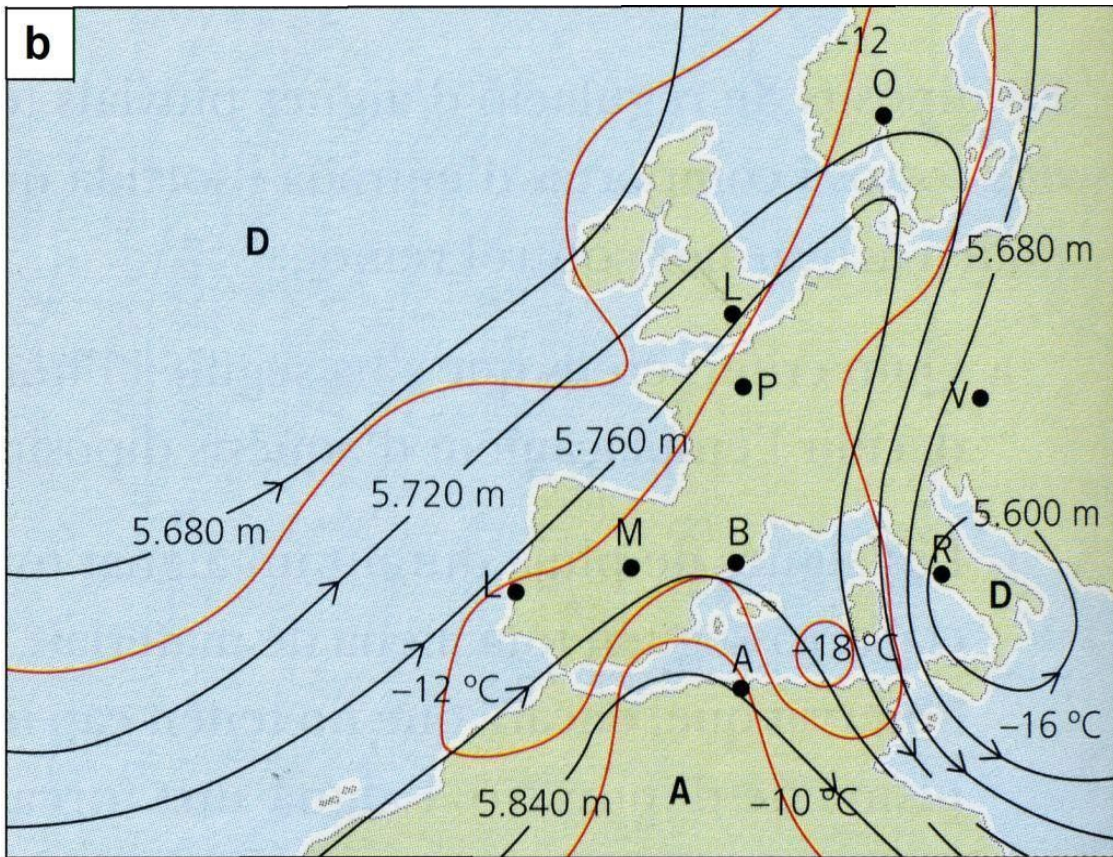


Figura 15. Mapa d'altura del 25 de setembre de 1962.
(Modificat a partir de Llasat, 1991)

A) En el mapa de superfície (vegeu la **figura 14**), quines pressions hi havia aquest dia a Catalunya?. Quin temps s'esperava?

B) Tenint en compte la direcció dels vents, i que en els dies anteriors va fer molta calor, com era l'aire que hi havia a sobre de la mar Mediterrània i de les zones costaneres de Catalunya?

C) La línia del front fred, s'acostava o s'allunyava de Catalunya?

D) La massa d'aire que porta "al darrera" un front fred és càlida o freda?

E) Així doncs, què li va passar a l'aire calent i humit que hi havia a la Mediterrània?

F) Ara observa el mapa d'altura (vegeu la **figura 15**). Quina temperatura tenia l'aire sobre la zona propera a la costa catalana?. I a la zona d'Anglaterra?. Com s'anomena aquesta anòmala situació en altura?.

G) A partir de les preguntes anteriors, explica l'evolució de les masses d'aire i la formació dels núvols que van donar lloc als aiguats aquell dia.

3.3. Quantitat de precipitació del dia 25-09-1962 mesurada en un pluviògraf

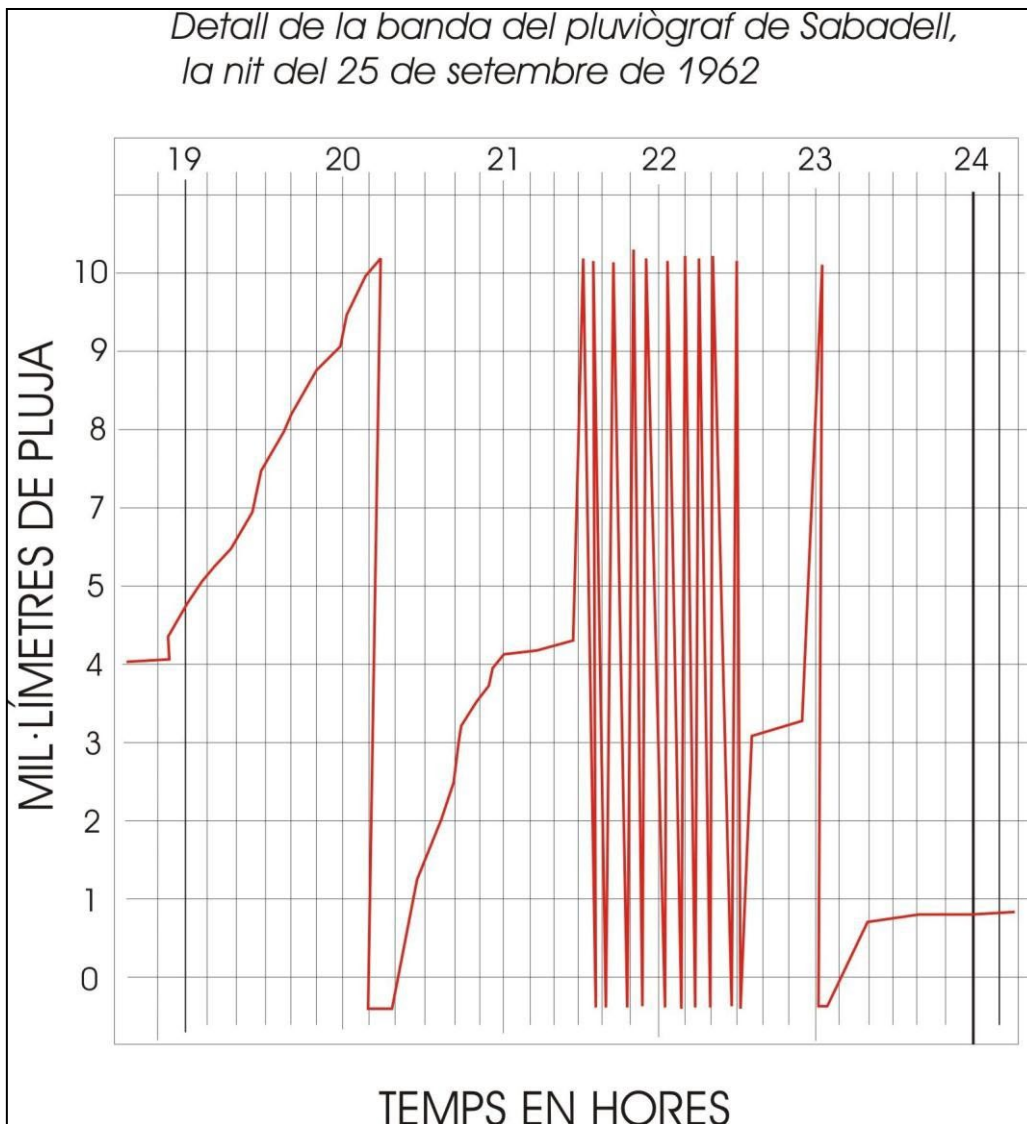


Figura 16. Dades del pluviògraf de Sabadell del dia 25 de setembre de 1962. Extret i modificat a partir de Sanz (1983)

A) Segons el gràfic (vegeu la **figura 16**), quanta estona va durar la tempesta?

B) Quina quantitat d'aigua va caure des de les 21:30 fins a les 22:30?

C) És aquesta una gran quantitat d'aigua? (consulta les fonts que consideris necessàries per respondre).

3.4. Quantitat de precipitació del dia 25-09-1962 segons un mapa d'isohietes

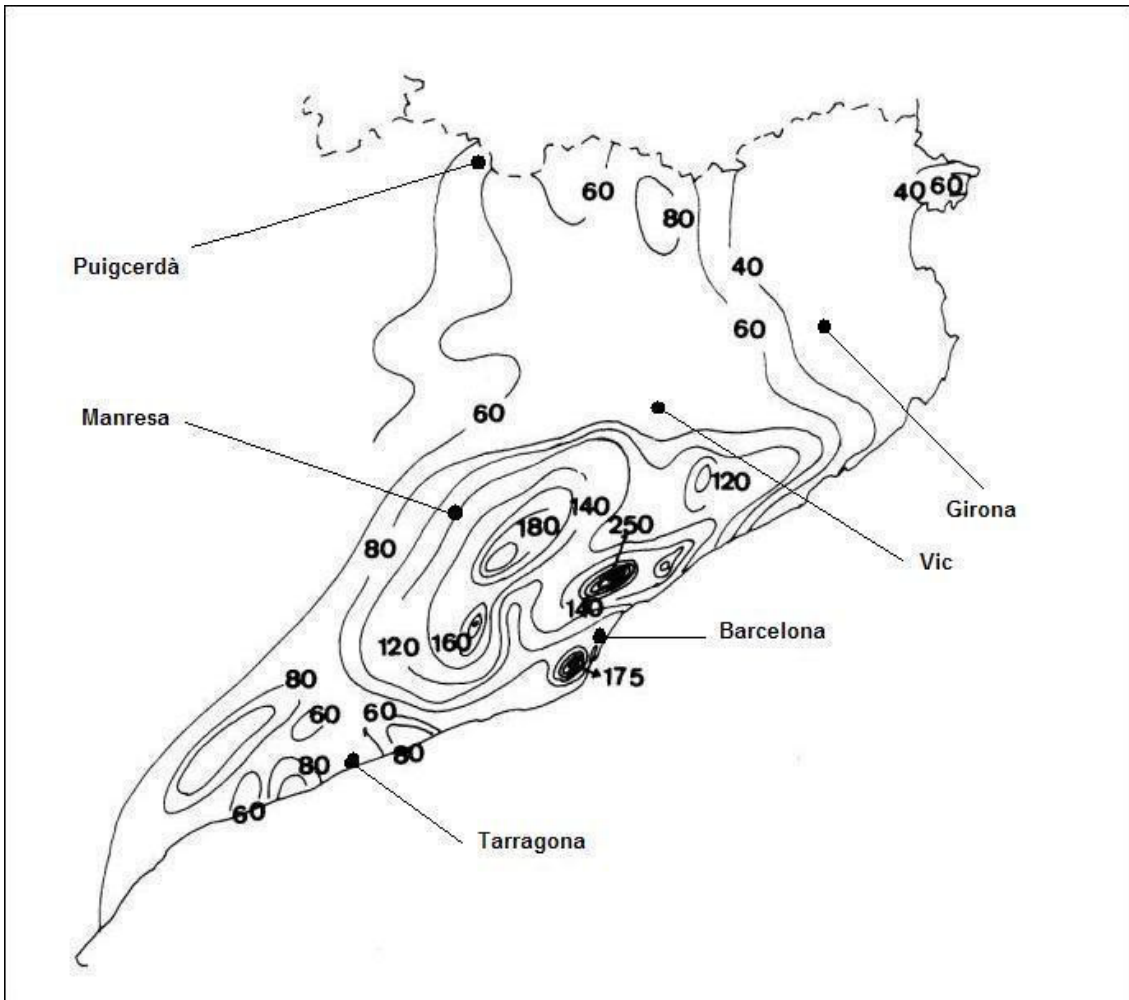


Figura 17. Mapa d'isohietes corresponent al 25 de setembre de 1962. Pluja recollida en 24 hores. Font: Llasat (1989)

A) Segons aquest gràfic (vegeu la **figura 17**), indica la quantitat d'aigua recollida en 24 hores a les següents poblacions:

Puigcerdà	Tarragona	Barcelona.....
Manresa.....	Girona	Vic

B) La zona de màxima pluviositat, a quina comarca pertany?

3.5. Ocupació del territori per part de l'home

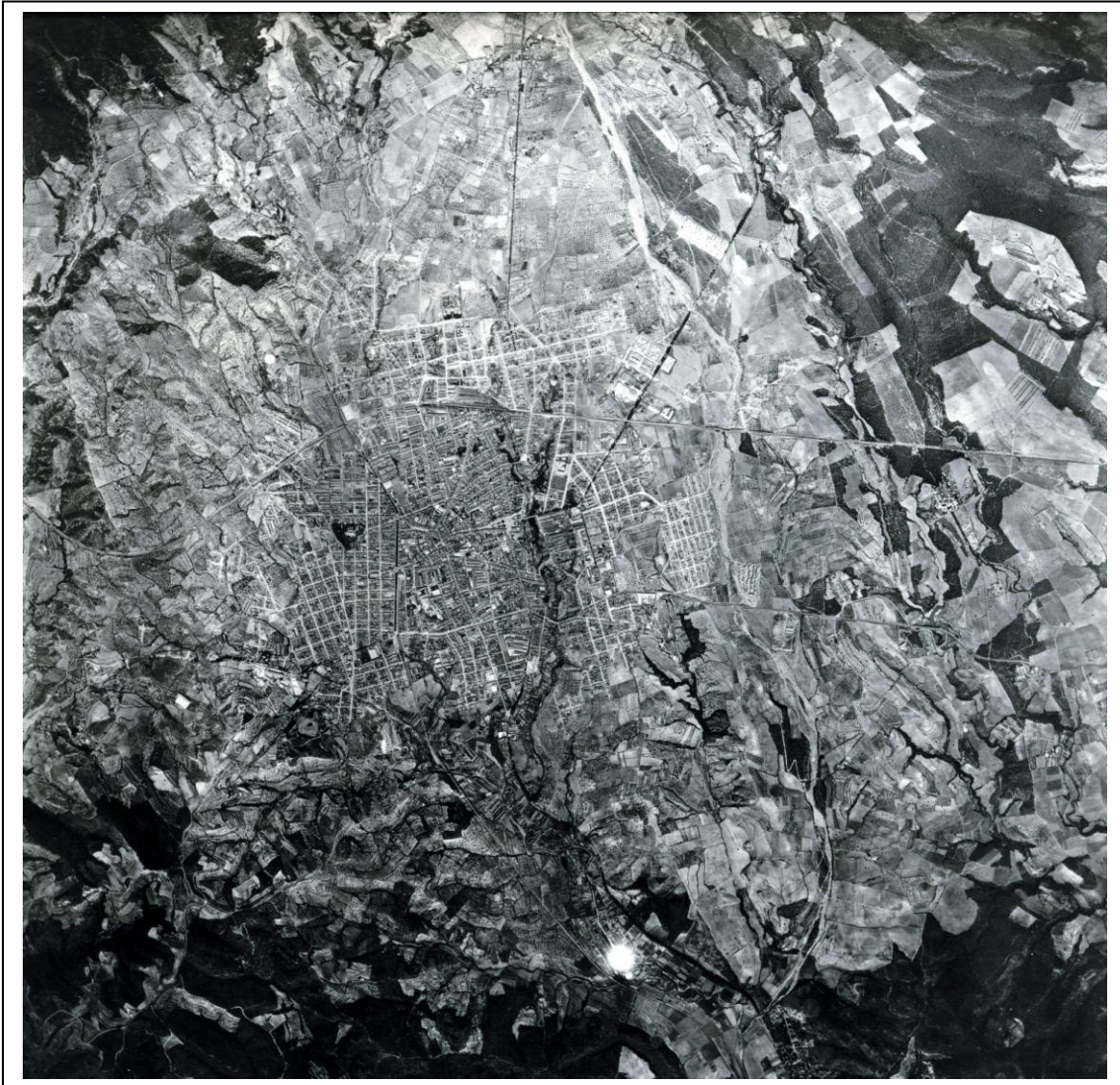


Figura 18. Fotografia aèria de l'any 1956 (abans dels aiguats). Font: ICGC.

A) Marca a la foto (vegeu la **figura 18**) el nucli urbà de Terrassa (en verd), la riera de les Arenes(en blau) i la via del tren de la RENFE (en vermell i discontinua).

B) En cadascun dels 4 mapes de la pàgina següent (vegeu la **figura 19**) marca en blau: la Riera de les Arenes, la Riera de Palau i el torrent de Vallparadís; fixa't que a l'any 1970 es va fer el desviament de la riera de

Itinerari geoambiental I: Dinàmica fluviotorrencial de la riera de les Arenes. IDP-ICE UB
Palau. Marca també en vermell el ferrocarril.

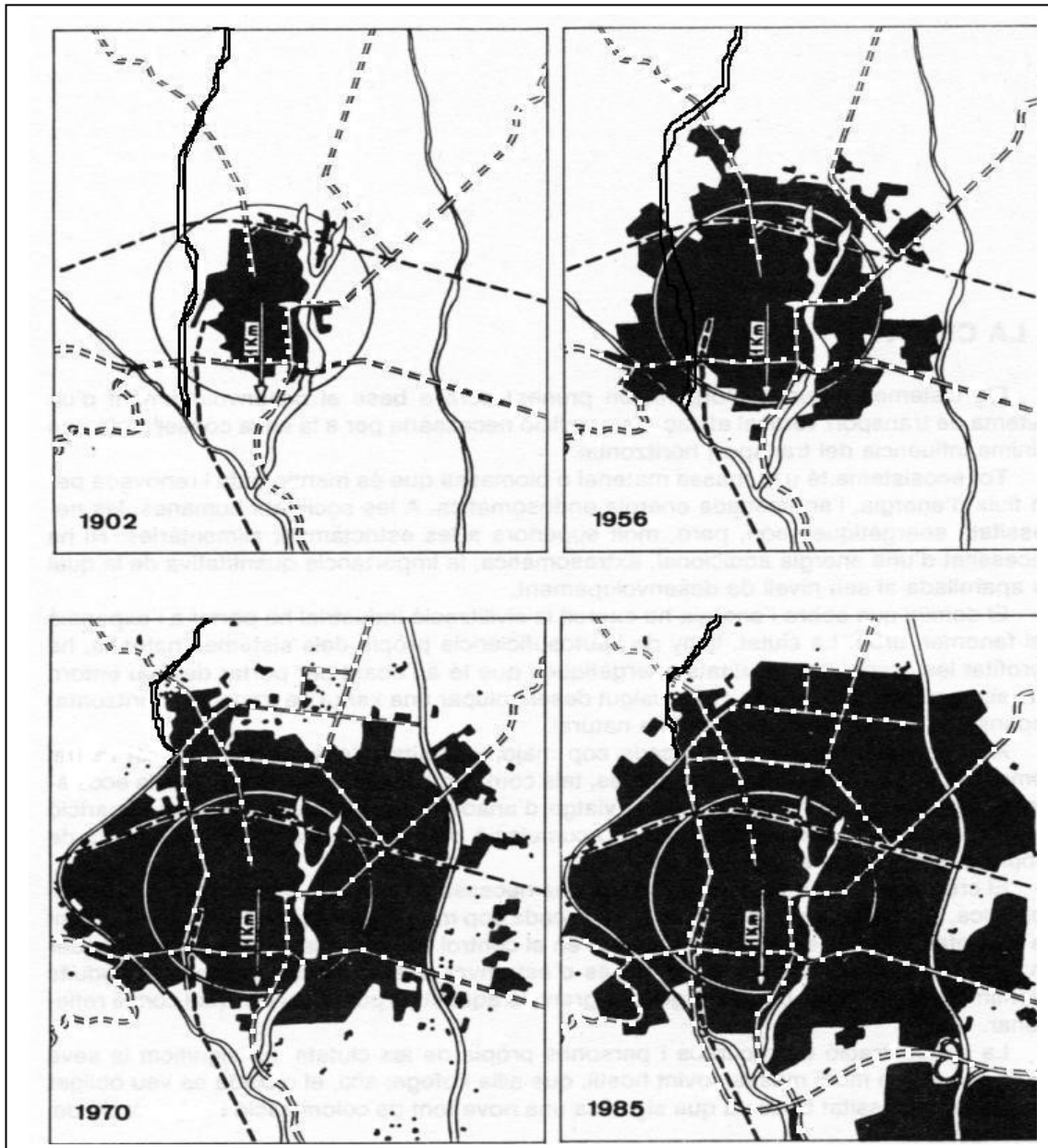


Figura 19. Procés de creixement urbà a Terrassa. Línies discontinúes indiquen vies de comunicació. Línies contínues indiquen la xarxa hidrogràfica. Modificat a partir de Arisó (1987)

C) Observa, analitza i relaciona els mapes anteriors (**figures 18 i 19**), i explica què ha passat amb el nucli inicial de la població de Terrassa i la repercussió que hagi pogut tenir sobre les rieres.

D) Observa la **figura 20**. Hi ha alguna relació entre el creixement urbà i l'increment de la població?. En quines dècades? D'on procedia la població majoritàriament?

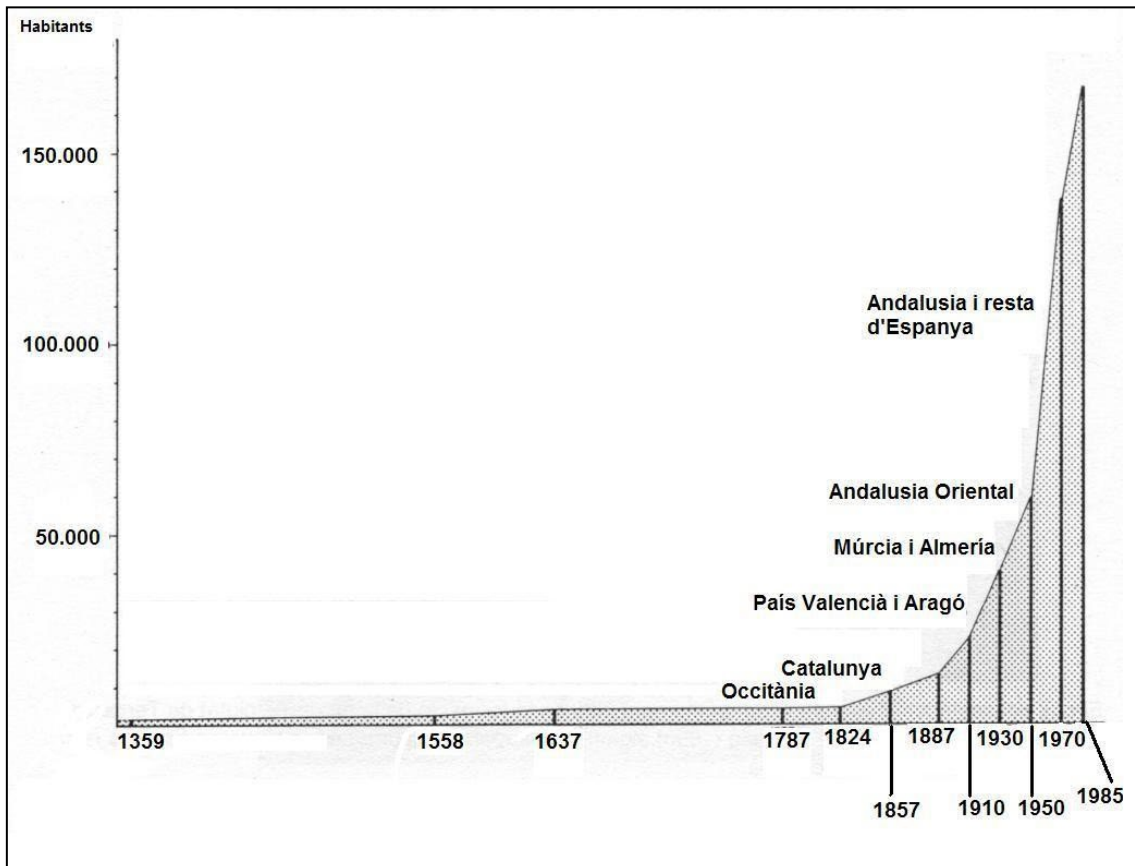


Figura 20. Creixement de la població terrassenca. Procedència dels principals fluxos migratoris. Font: Arisó (1987).

E) Com s'ha anat modificant la forma original del nucli urbà?

3.6. Context geològic de la zona

A) Completa el diagrama de la pàgina següent segons el tall A-B d'aquest mapa (**figura 21**). Has de col·locar el número que es correspongui a cada material travessat pel tall.

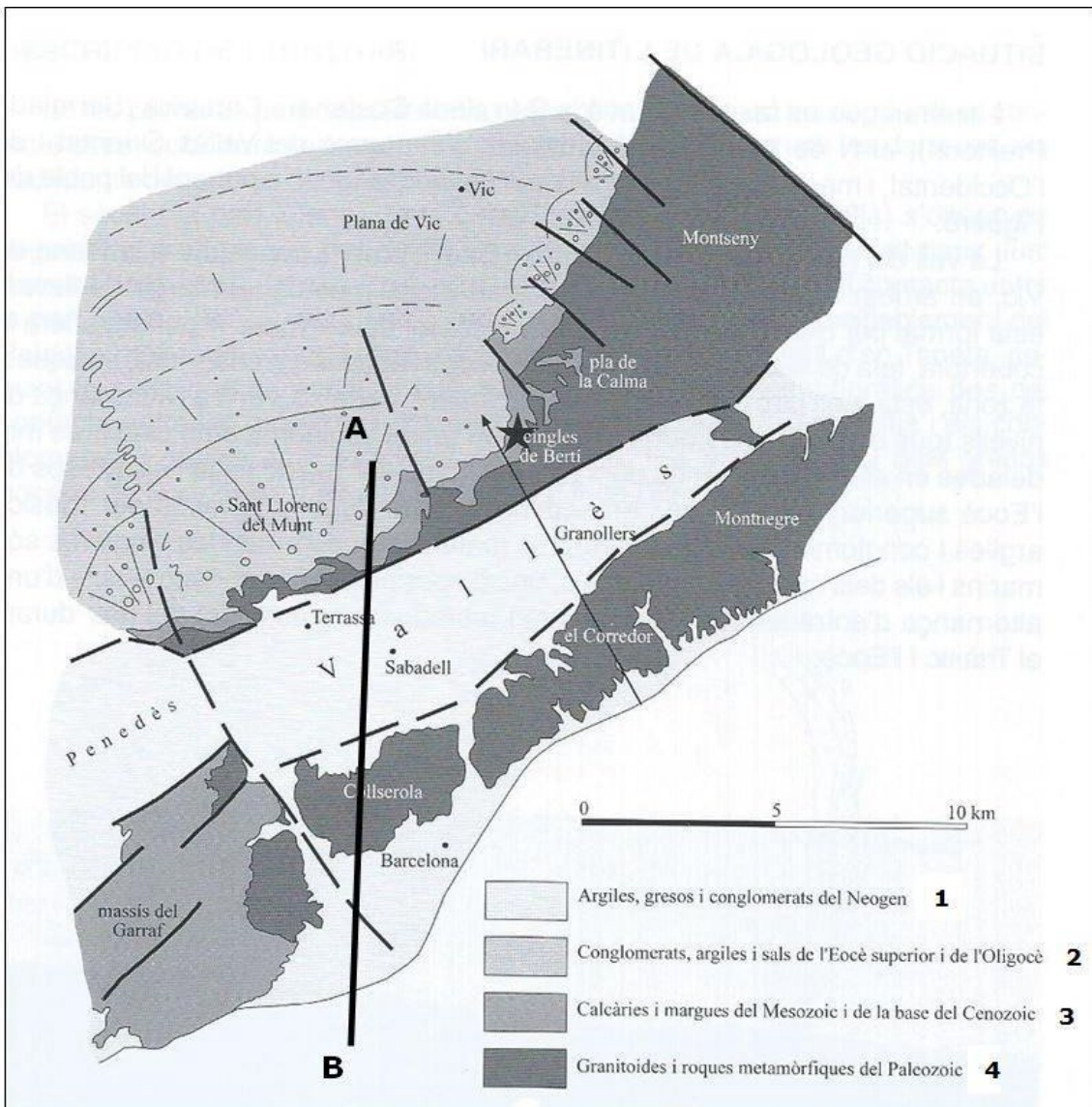


Figura 21. Mapa geològic extret de Rosell Sanuy (2002).

A

B

B) Indica quins materials i a quina època geològica pertanyen els següents relleus:

Relleu	Materials	Època geològica
Sant Llorenç del Munt		
Collserola		

C) Quin d'aquests dos relleus està format per materials més antics?

D) A sobre de quins materials es troba la població de Terrassa? Són més antics o més moderns que els relleus esmentats abans?

E) A l'esquema següent (**figura 22**), tens el tall geològic A-B segons el mapa de la figura 21. En aquest tall, les "trames" utilitzades són lleugerament diferents. Omple la taula identificant els materials geològics, l'època geològica i la trama que els hi correspongui (pinta amb un suau ratllat fet a llapis el requadre).

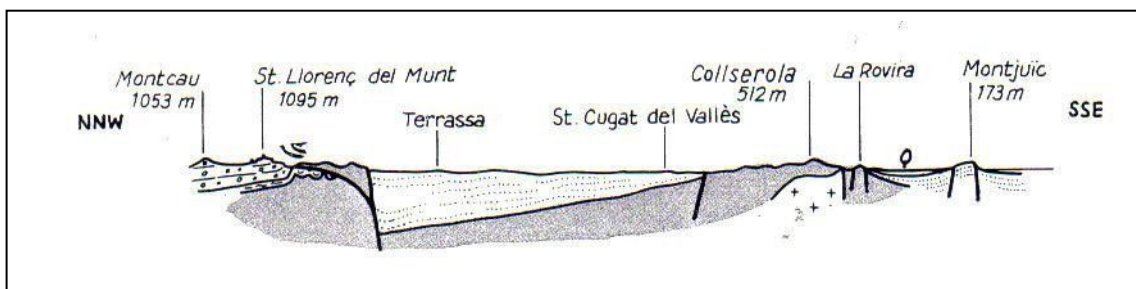


Figura 22. Tall geològic extret de Fontboté (1954).

Relleu o població	Material geològic	Època geològica	Nova trama
Sant Llorenç del Munt			<input type="text"/>
Terrassa			<input type="text"/>
Collserola			<input type="text"/>
Montcau			<input type="text"/>
Montjuic (Barcelona)			<input type="text"/>

3.7. Xarxa hídrica del ventall al·luvial

En aquest punt anem a estudiar el desplaçament que ha tingut la xarxa hídrica que ha format el ventall al·luvial de Terrassa des de la seva formació geològica.

A) Xarxa hídrica actual del ventall al·luvial.

El mapa següent (**figura 23**) correspon a la xarxa hídrica actual.

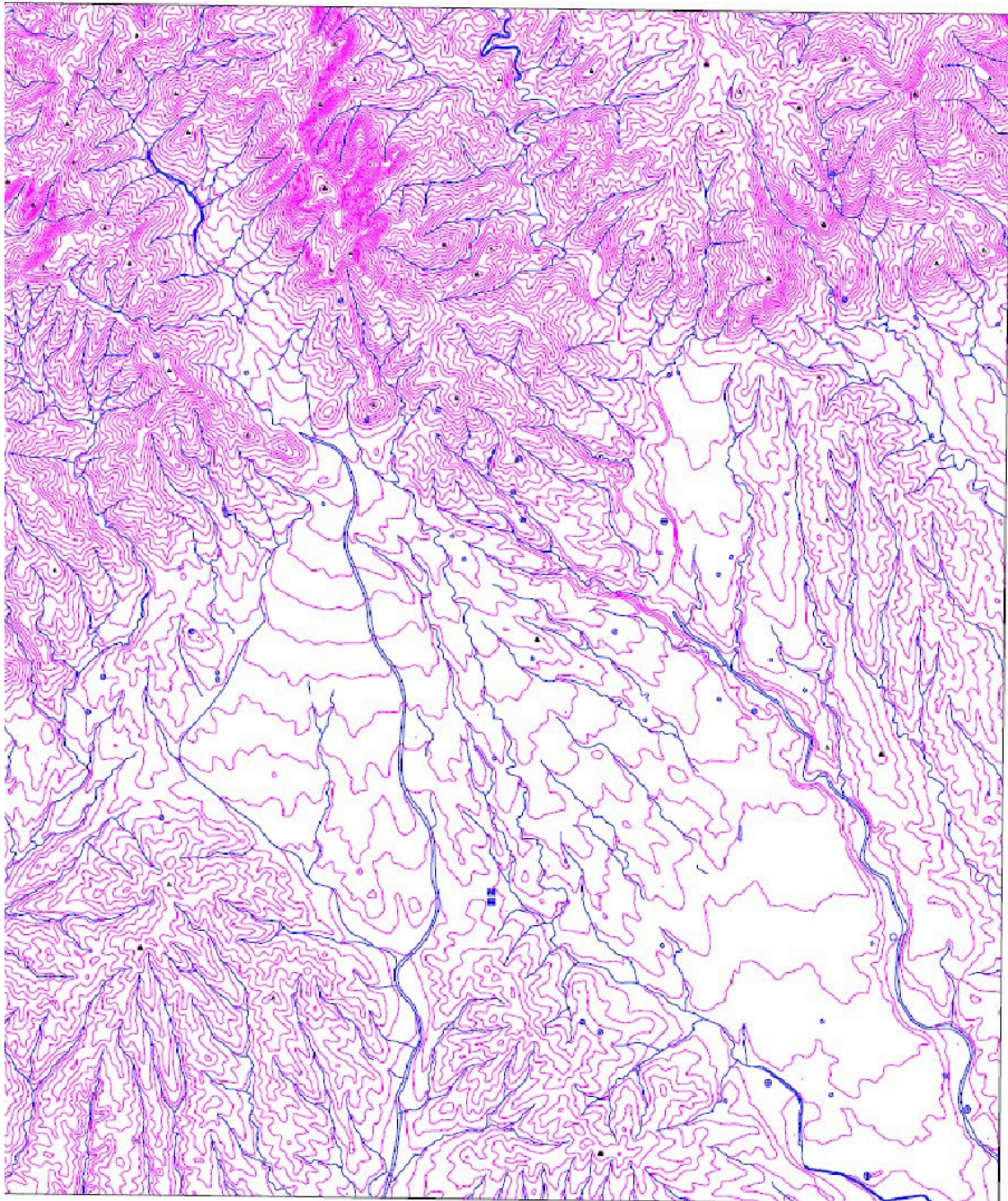


Figura 23. Adaptació del Mapa topogràfic núm. 392 - E: 1/50.000 en format digital de l'IGN.

A-1-) Escriu a sobre d'aquest mapa el nom dels següents cursos d'aigua. (Consulta el mapa original topogràfic).

- riera de les Arenes
- riera de Palau
- torrent de Vallparadís
- torrent de la Batzuca
- riu Ripoll
- torrent de la Grípia

A-2-) La riera de Les Arenes és un afluent del Llobregat i el riu Ripoll és un afluent del Besós. Per tant, justament aquí, a la **figura 23**, es poden observar i identificar part de cadascuna de les conques hidrogràfiques. Seguint les carenes i observant la xarxa fluvial, marca la línia divisòria d'aquestes conques en color verd. Ressegueix la riera de les Arenes en colorblau. Finalment, delimita el ventall al·luvial de la riera de les Arenes en color vermell.

A-3-) En el mapa de la **figura 23**, ubica la ciutat de Terrassa; fes a llapis un suau i lleuger ratllat.

B) Xarxa hídrica pre-històrica del ventall al·luvial

Al mapa de la **figura 24** es pot observar la posició aproximada de la xarxa hídrica al Pliocè (fa uns 25 milions d'anys). Aquest posicionament s'ha deduït a partir dels afloraments fossilitzats estudiats que marquen els possibles llits que ha tingut la xarxa hídrica.

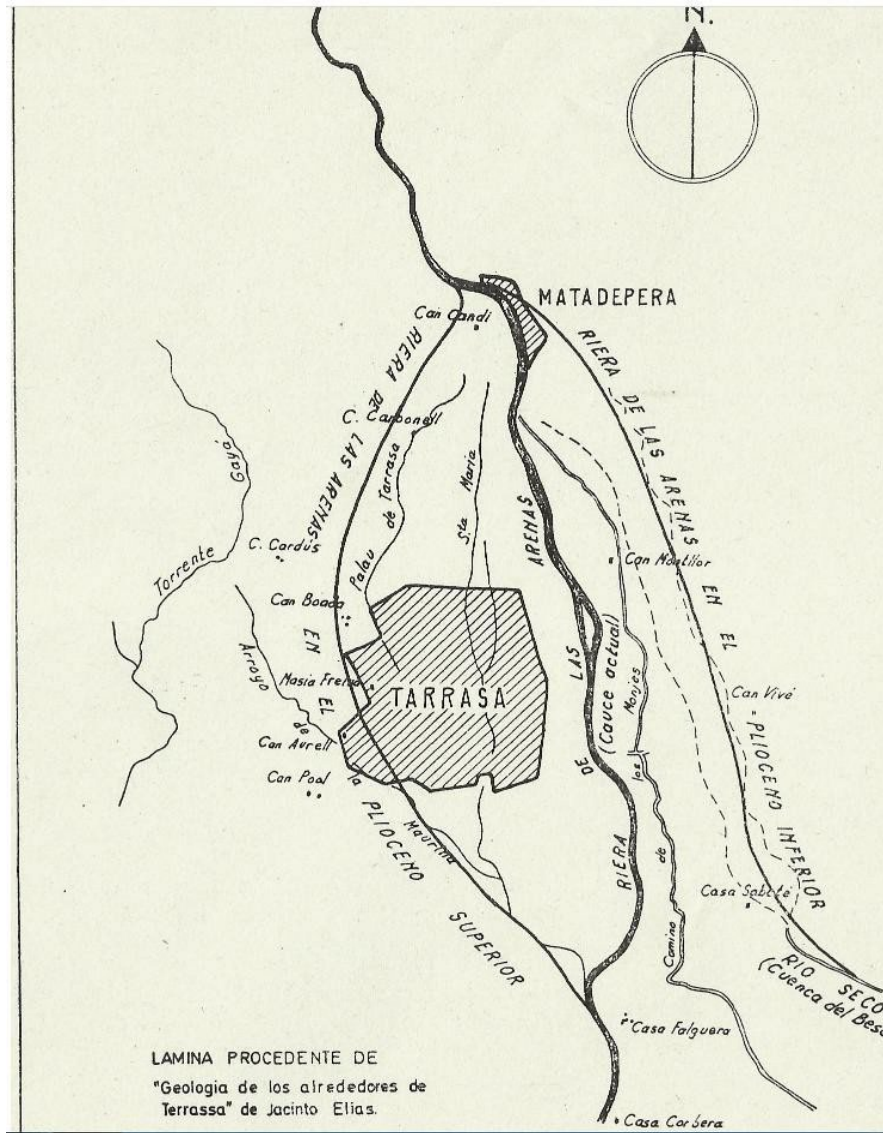


Figura 24. Diferents disposicions de la riera de les Arenes al llarg de la seva història geològica. Font: Elías (1934) (consultar <https://recordsdeterrassa.wordpress.com/tag/jacint-elias/>).

B-1-) Omple la taula següent indicant a quina conca drenava la riera de les Arenes en els successius períodes geològics indicats (consulta la web <https://recordsdeterrassa.wordpress.com/tag/jacint-elias/>).

Períodes geològics	Conca de drenatge
Pliocè inferior	
Pliocè superior	
Llera actual	

B-2-) Indica, de manera raonada, el motiu d'aquests canvis en el temps del traçat de la riera de les Arenes.

4. SORTIDA DE CAMP - GUIÓ DE L'ALUMNE

4.1. Primera parada. Terrassa – 1 (pont polígons nord)

LOCALITZACIÓ

Cal agafar la sortida 23 de la C-16 (indicacions de Terrassa Oest / B-40 Terrassa nord). I continuar per la B-40 les indicacions cap a Terrassa nord i Matadepera. Cal seguir sempre les indicacions de "polígons nord", deixant Terrassa a mà dreta, fins arribar a un doble pont que travessa la Riera de les Arenes. Un cop passat el pont, veurem el Tanatori. L'autocar pot continuar recte i aparcar. Les observacions es faran al bell mig del pont inferior (aigües avall).

ACTIVITATS

4.1.1. Orientació i localització en el mapa

Al mapa (**figura 24**) teniu assenyalat amb un cercle vermell el lloc d'aquesta parada.

A) Situeu-vos amb l'ajuda d'una brúixola i després marqueu al mapa núm. 1 la localització de:

- el massís muntanyós de la Mola
- els edificis més alts de la ciutat de Terrassa i,
- les naus dels polígons industrials propers

B) Calculeu l'azimut de la Mola.

Escriviu la resposta aquí

C) Calculeu la distància aproximada fins a la mola utilitzant l'escala del mapa.

Escriviu la resposta aquí

D) Ressegueix amb un traç blau la llera de la Riera de les Arenes i calcula, de manera aproximada, la distància des del seu inici fins al punt on us trobeu.

Escriviu la resposta aquí

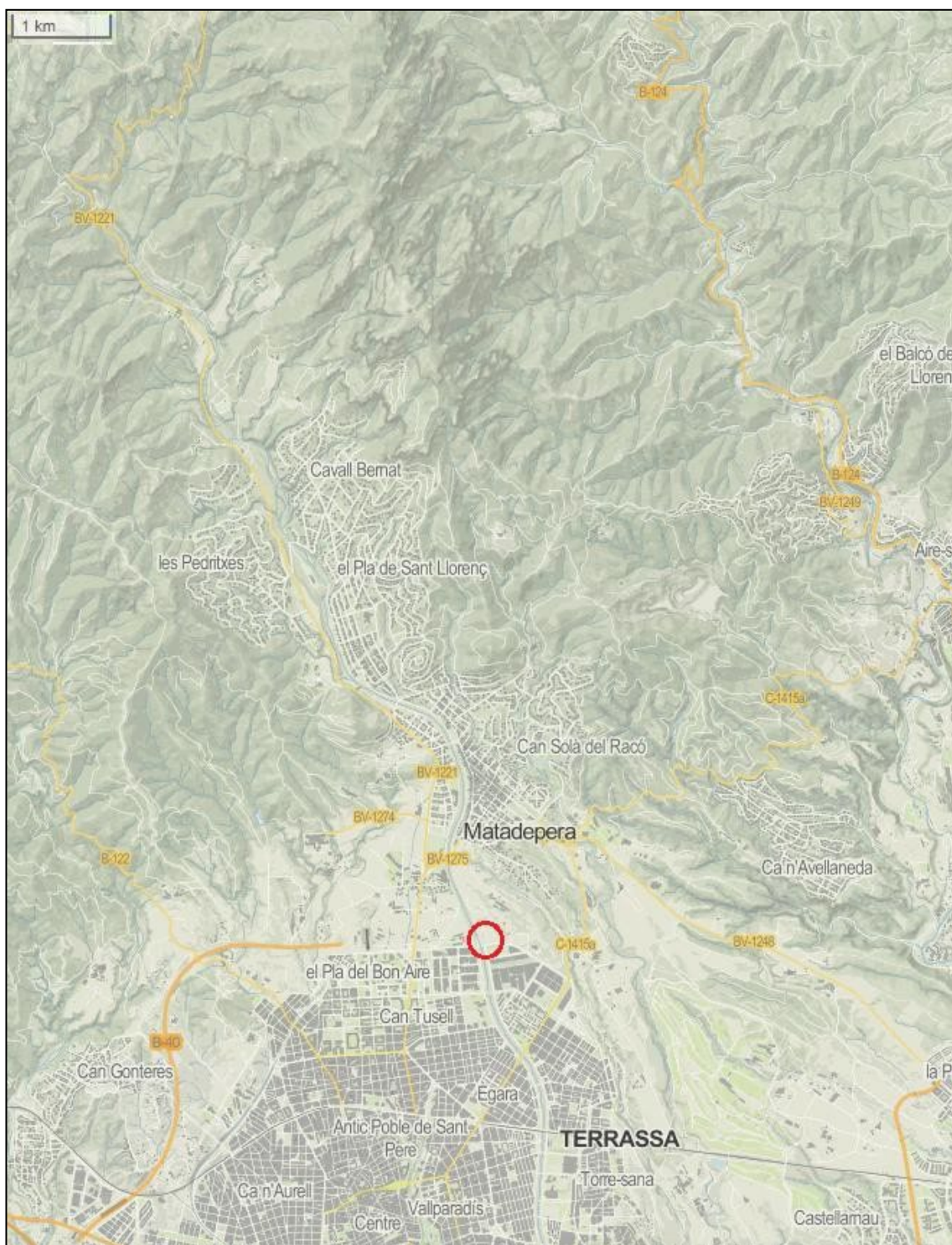


Figura 25. Mapa 1. Adaptat a partir de l'hipermapa de Catalunya (<https://sig.gencat.cat/visors/hipermapa.html>).

4.1.2. Observació de la Riera

A) A partir de la foto (**figura 26**) i del que observis, dibuixa sobre l'esquema següent (**figura 27**) els elements antròpics i els elements naturals:



Figura 26. Imatge fotogràfica presa pels autors.

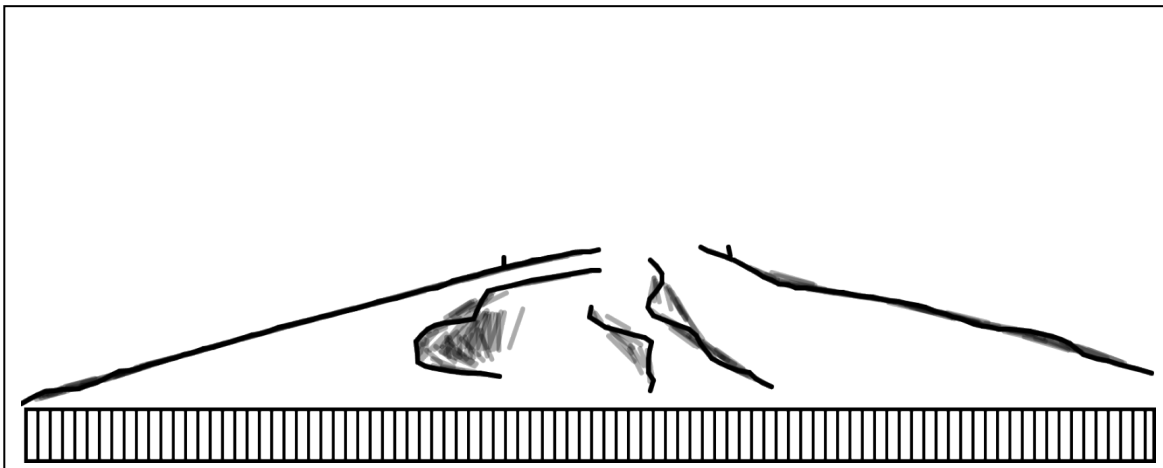


Figura 27. Esquema fet pels autors.

B) Quins elements naturals has afegit?

Escriviu la resposta aquí

C) Quins elements antròpics has afegit?.

Escriviu la resposta aquí

D) La llera està ben delimitada? Qui o què la delimita?

Escriviu la resposta aquí

E) L'any 1962 en què es van produir les greus inundacions la llera no estava delimitada tal com la veus ara. Tal com has vist a les activitats prèvies ens trobem damunt del ventall al·luvial de la riera. La dinàmica fluviotorrencial d'aquesta depèn de què es tornin a repetir episodis de pluges torrencials de gran intensitat. Analitza i valora el risc de patir danys que tenen els elements antròpics observats si el cabal, degut a episodis de pluja torrencial com els viscuts l'any 1962, augmentés i arribés a sobrepassar la llera canalitzada que estàs veient.

Escriviu la resposta aquí

4.2. Segona parada. Matadepera (gual de Can Prat sobre la part alta de la Riera de les Arenes)

LOCALITZACIÓ

Cal tornar a la B-40 per anar en direcció contrària a la que hem vingut, fins trobar la carretera de Matadepera (BV-1221). Girem a la dreta i seguim les indicacions de Matadepera i Talamanca. Just abans del punt quilomètric número 6, cal agafar un trencall a mà dreta seguint les indicacions de la deixalleria. En uns 300 metres s'arribaria a un gual que travessa la riera just després de l'accés a la deixalleria. L'autocar pot aparcar abans del gual, o bé passat el gual pujant a la urbanització que queda al davant.

ACTIVITATS

4.2.1. Orientació i localització en el mapa

Marca la localització d'aquesta segona parada al mapa (**figura 28**).

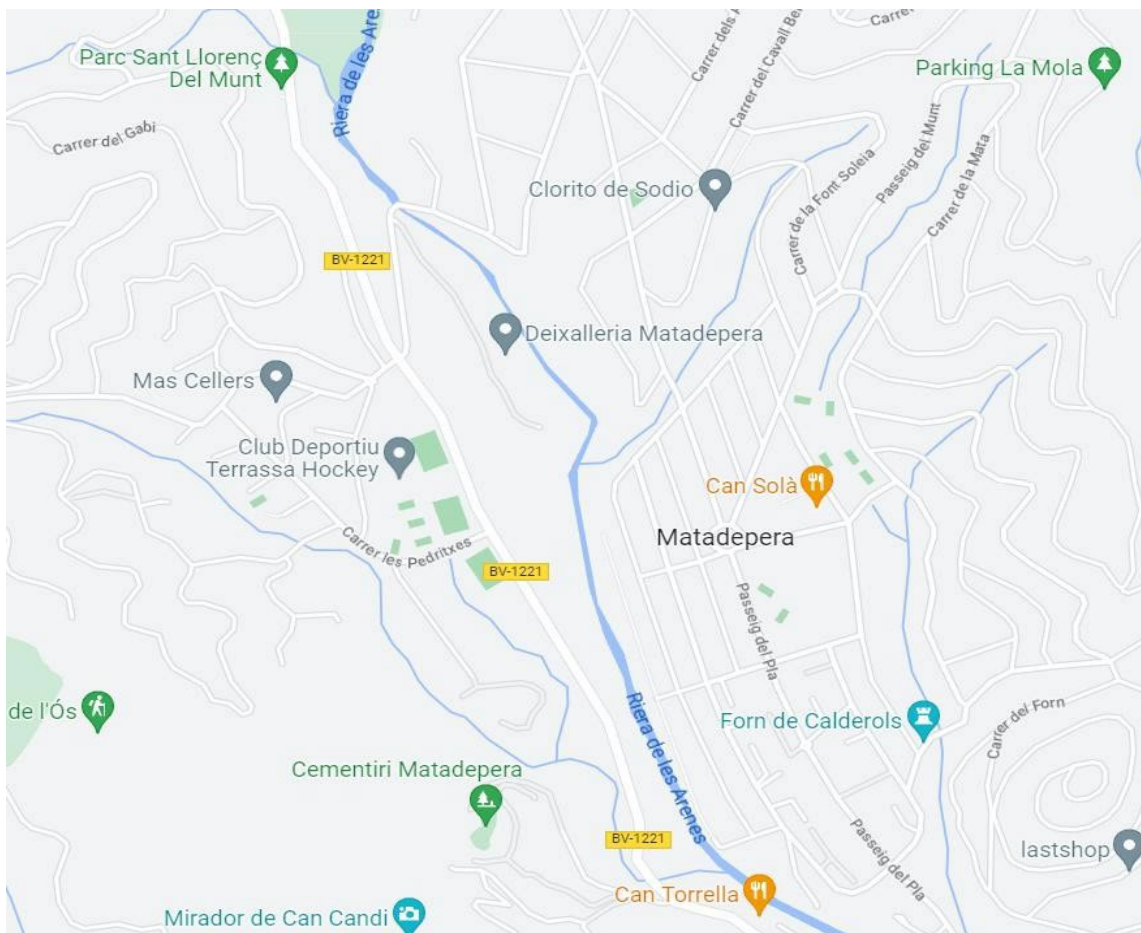


Figura 28. Mapa 2. GoogleMaps.

4.2.2. Observació i estudi de l'acció antròpica sobre la Riera

El punt d'observació es situaria aigües amunt del gual. Abans, però, cal observar els forats o "ulls" del gual aigües avall.

A) Per a què serveixen els "ulls" o "forats" que s'observen per sota del gual?

Escriuiu la resposta aquí

B) Creus que actualment realitzen la seva funció? Per què?

Escriuiu la resposta aquí

C) A la pàgina següent tens dos esquemes (**figures 29 i 30**) que representen el gual en el moment en què es va construir. Dibuixa sobre l'esquema 1 per on deu passar l'aigua en el cas que circuli. I a l'esquema 2, per on deu passar l'aigua en el cas que circuli si els "ulls" o forats estiguessin totalment colmatats de sediments.

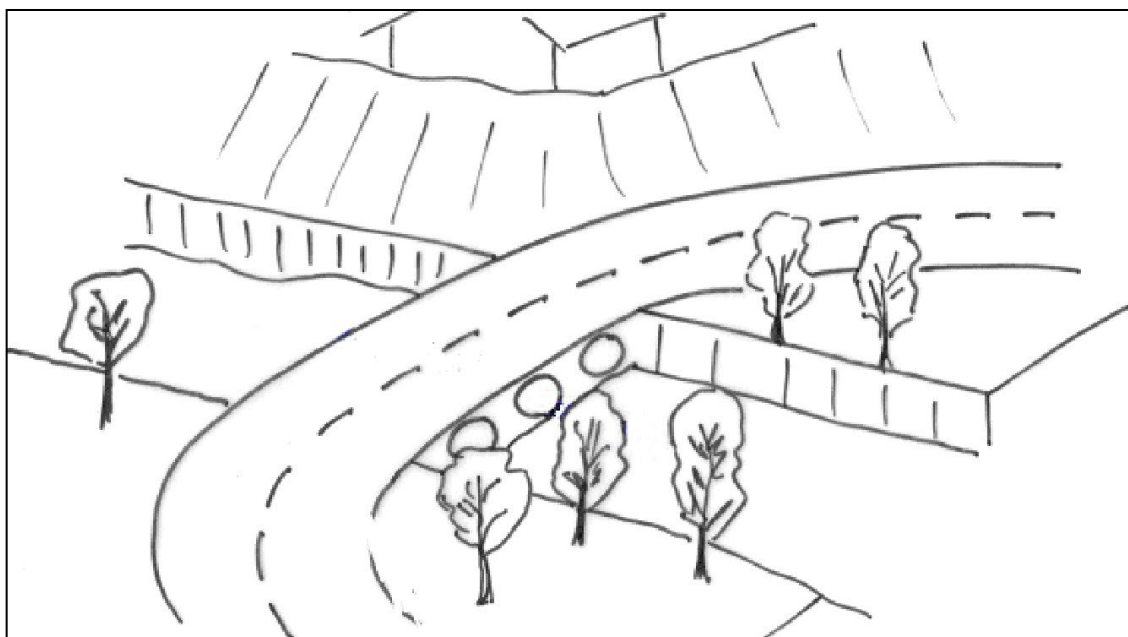


Figura 29. Esquema núm. 1 fet pels autors.

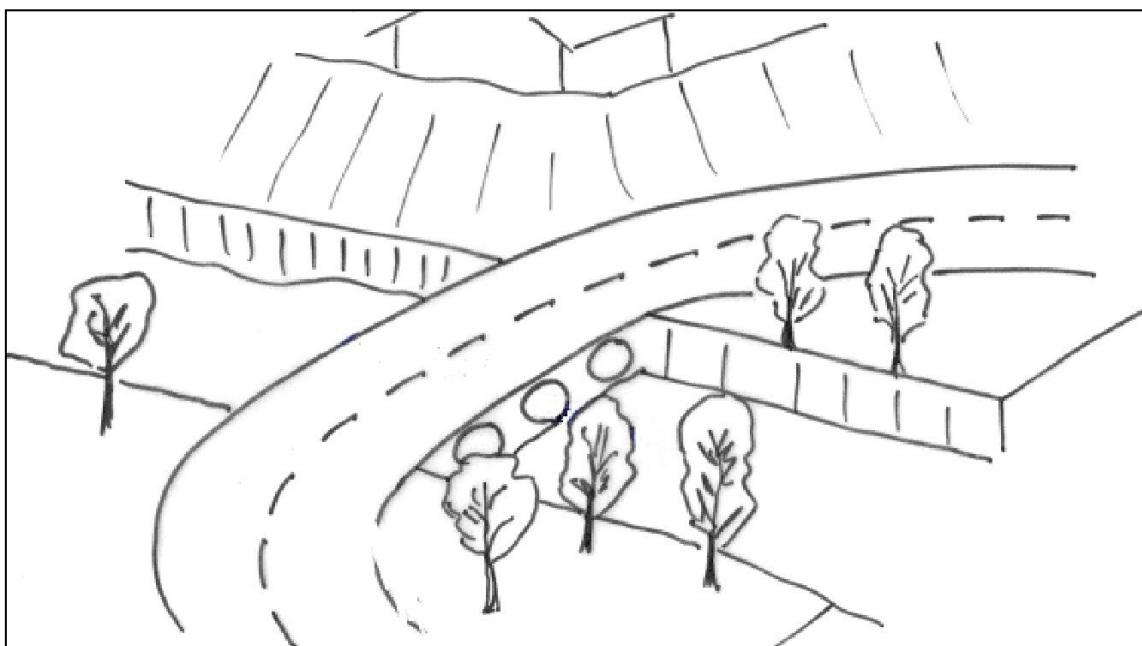


Figura 30. Esquema núm. 2 fet pels autors

D) Suposant que es doni la primera circumstància (esquema 1: sense acumulació de sediments i forats sense colmatar), observes algun indicatiu d'haver-se produït aquesta colmatació en el passat? Descriviu-los.

Escriuiu la resposta aquí

E) Per què s'ha habilitat un gual pel pas dels vehicles i no un pont? Enumera i explica les avantatges i possibles riscos entre una o altra d'aquestes alternatives.

Escriuiu la resposta aquí

4.2.3. Observacions sedimentàries. (El punt d'observació seria aigües avall del gual, a mà dreta)

A) Observa el talús a mà dreta aigües avall del gual. Descriviu la disposició vertical dels sediments. Fes un dibuix esquemàtic del talús per il·lustrar aquesta disposició. Què ens indica aquesta disposició?

Escriuiu la resposta aquí

B) Observa amb atenció la disposició dels sediments més grossos (còdols). Hi ha algun indicatiu d'imbricació entre ells?

Escriviu la resposta aquí

C) Analitza la litologia dels sediments més grossos (còdols). Tenen la mateixa litologia (origen)? Quantes litologies diferents és capaç de distingir?

Escriviu la resposta aquí

D) Intenta agafar-ne un còdol (**NOMÉS UN**). Resulta relativament fàcil fer-ho?

Escriviu la resposta aquí

E) En aquest mateix lloc es pot veure una *erosió diferencial*. Explica i descriu en què consisteix.

Escriviu la resposta aquí

4.2.4. Observació d'un aflorament. (El punt d'observació torna a ser aigües amunt del gual)

Aigües amunt del gual, a l'esquerra i a tocar de la llera (marge dret), aflora una massa de conglomerats molt consolidats i de color vermellós fosc.

A) Intenta agafar-ne un dels sediments. Resulta fàcil arrencar-los? Quin nom (genèric) rep aquesta roca?

Escriuiu la resposta aquí

B) En aquest aflorament, s'observa granuloclassificació?

Escriuiu la resposta aquí

C) En aquest aflorament, s'observen les mateixes litologies que en el talús anterior? Amb la mateixa mida de sediment?

Escriuiu la resposta aquí

D) En aquest aflorament, s'observen còdols (arrodonits)? En quin percentatge (aproximadament)?

Escriuiu la resposta aquí

E) Quan aquest aflorament s'erosioni, l'aigua s'endurà aquests fragments (còdols) de l'aflorament. Fes una predicció del que trobaràs aigües avall, a l'alçada de la població de Terrassa.

Escriuiu la resposta aquí

F) Fes una foto i guarda-la per a la 5a parada (qüestió 5.2.).

G) Respecte al talús aigües avall que hem vist abans (qüestió 2.3. d'aquesta parada), ambdós materials, són contemporanis en la seva formació? Quin és més antic?

Escriuiu la resposta aquí

H) El massís de La Mola està formada majoritàriament per conglomerats com els d'aquest aflorament. Tracta d'establir una relació entre els conglomerats i els sediments del talús.

Escriuiu la resposta aquí

4.3. Tercera parada. Terrassa - 2 (Pont de l'AVINGUDA de Béjar)

LOCALITZACIÓ

Cal tornar de nou a la carretera BV-1221, però ara girem a l'esquerra en direcció a Terrassa. Arribarem al primer semàfor i continuem recte pel carrer "carretera de Matadepera" fins a una rotonda. Sortim per la 3a sortida, indicacions de "Ronda Vallès", agafant l'avinguda de Béjar.

En arribar al tercer semàfor seguirem recte, de tal manera que creuarem un pont per sobre de la riera de les Arenes. Un cop passat el pont, hi ha una rotonda. L'autocar pot aparcar anant recte (2a sortida) o bé agafant la 3a sortida. El punt d'observació serà des del pont, a mitja alçada.

ACTIVITATS

4.3.1. Orientació i localització en el mapa

Marca la localització d'aquesta tercera parada al mapa (**figura 31**).

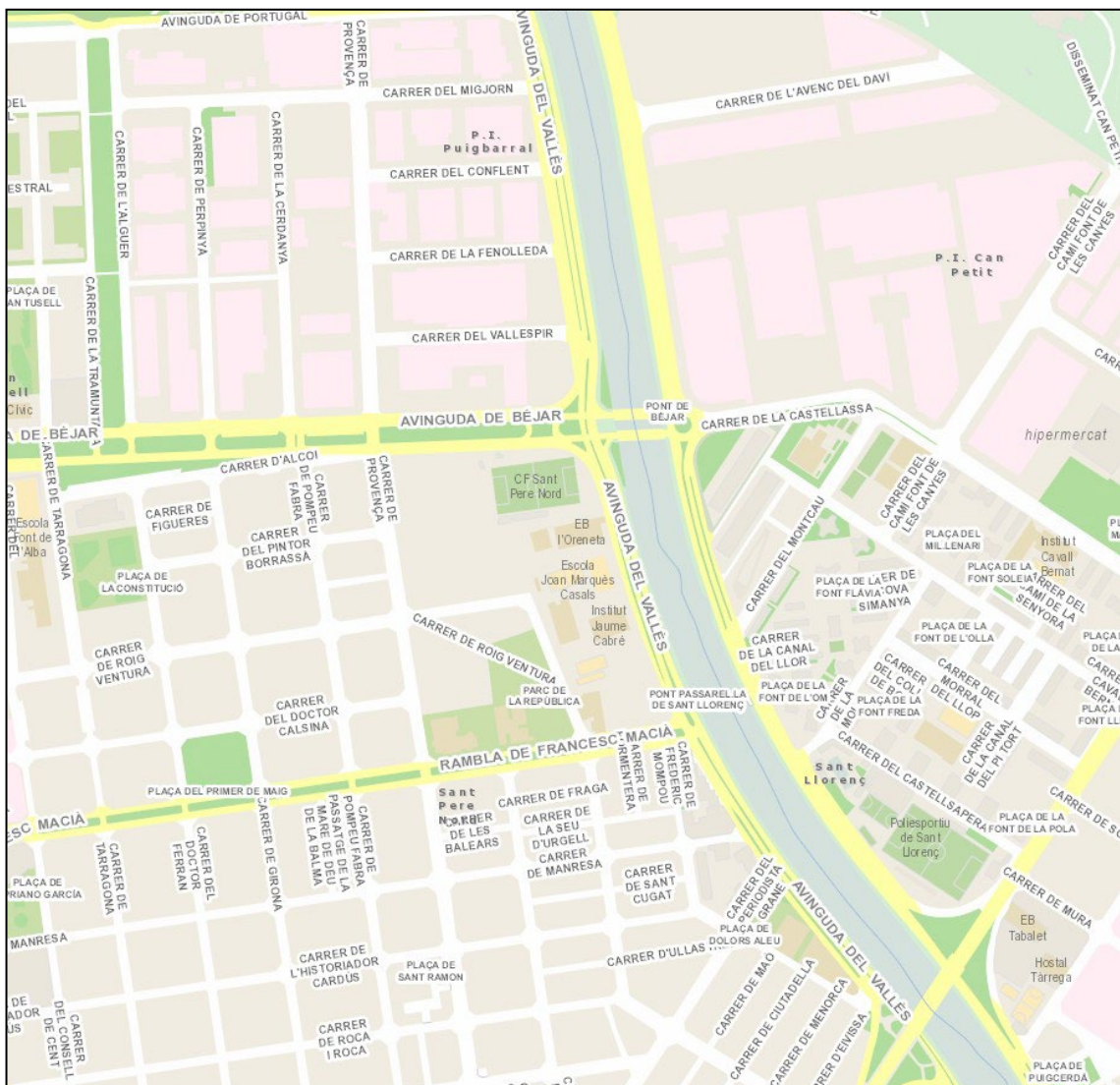


Figura 31. Mapa 3. Mapa de Terrassa (<http://emap.terrassa.cat/mapGIS/?modul=GC>).

4.3.2. Determinació de la cota

Observa el mapa topogràfic (**figura 32**) i indica la cota aproximada, a nivell de la llera, al lloc on ens trobem. Recorda la dada per a les activitats posteriors.



Figura 32. Mapa 4. (Mapa topogràfic de l'ICGC).

4.3.3. Anàlisi de riscos

A) Al plànol de Terrassa de la pàgina següent (**figura 33**) acoloreix de blau la zona que es va inundar a l'any 1962 degut al desbordament de la Riera. Utilitza les següents dades (extretes dels testimonis que van sobreviure a la catàstrofe):

- Per l'oest (riba dreta) la inundació va arribar al Polígon Industrial Puigbarral, fins l'alçada del carrer de l'Alguer. I més cap al sud, els barris de Sant Pere nord fins al carrer del Dr. Ferran i Avinguda de Jaume I.
- Per l'est (riba esquerra) van quedar afectades algunes de les naus industrials del polígon de Can Petit (la meitat de les que hi ha en l'actualitat), i tot el grup d'habitatges de Sant Llorenç, fins a la cruïlla de la carretera de Castellar amb el carrer Castellassa.

B) Calcula l'amplada màxima del desbordament de la Riera a l'any 1962 en aquest sector (escala del plànol \rightarrow 1:5000).

Escriviu la resposta aquí

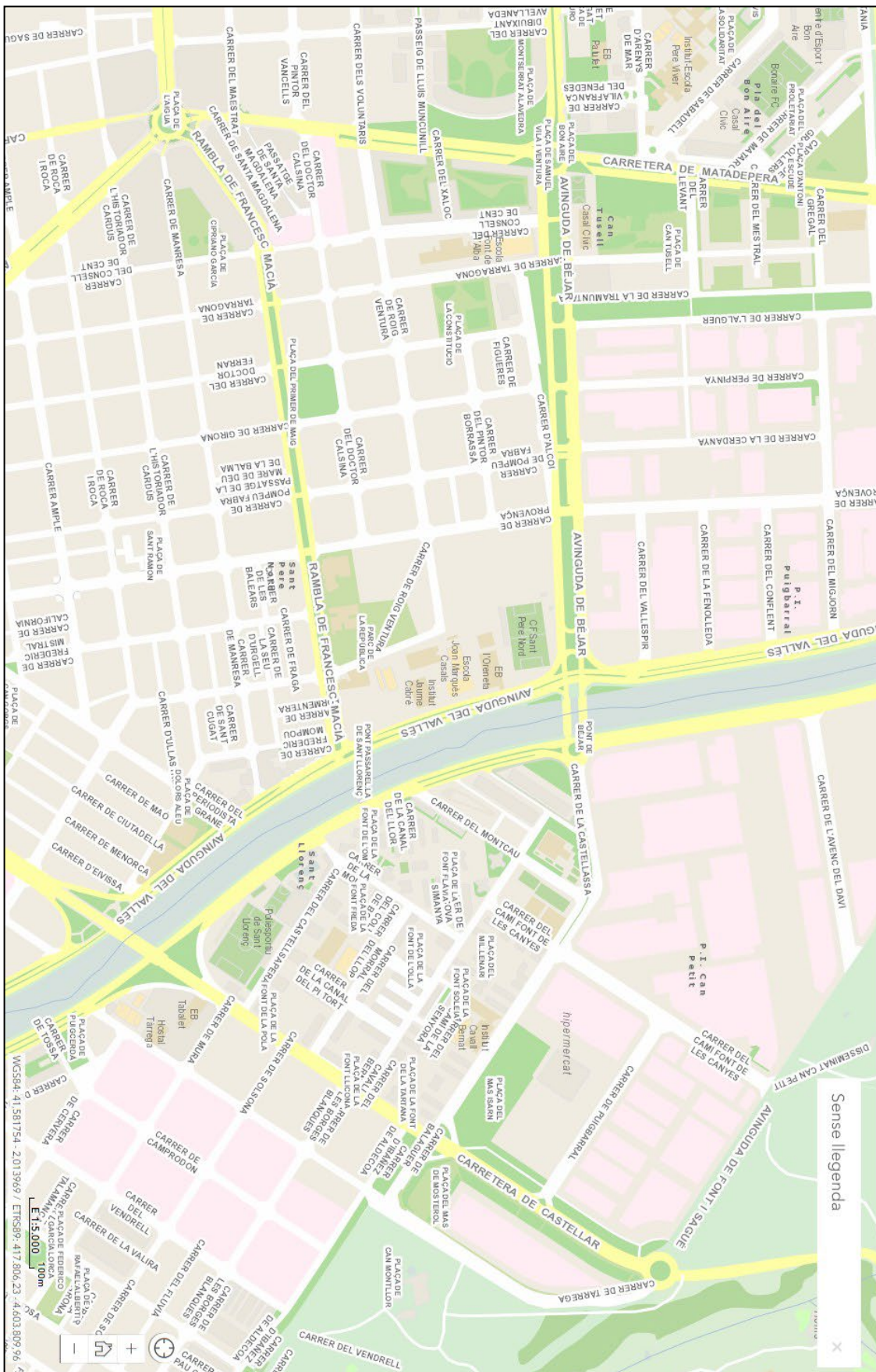


Figura 33. Mapa 5. Mapa de Terrassa (<http://emap.terrasa.cat/mapGIS/?modul=GC>).

4.4. Quarta parada. Terrassa - 3 (centre comercial i pont FFCC)

LOCALITZACIÓ

Es continua per la Ronda Vallès en aquest costat de la riera i en direcció sud. S'arribarà a la via del ferrocarril que creua la Ronda i la riera per dalt. Uns metres més endavant, a mà esquerra, trobarem un centre comercial (en l'actualitat Carrefour). L'autocar podria aparcar al pàrking del centre comercial obé per les rodalies.

ACTIVITATS

4.4.1. Orientació i localització en el mapa

Marca la localització d'aquesta quarta parada al mapa (**figura 34**) de la pàgina següent.

4.4.2. Observació de la llera a l'alçada del pont del ferrocarril

A) Observa, aigües avall, l'assut que hi ha a la base del pont del ferrocarril. Descriu la seva forma i orientació respecte als pilars del pont (recte? perpendicular? discontinu?).

Escriu la resposta aquí

B) Observes erosió hídrica? Creus que els pilars del pont es podrien arribar a descalçar per l'erosió? Per què?

Escriu la resposta aquí

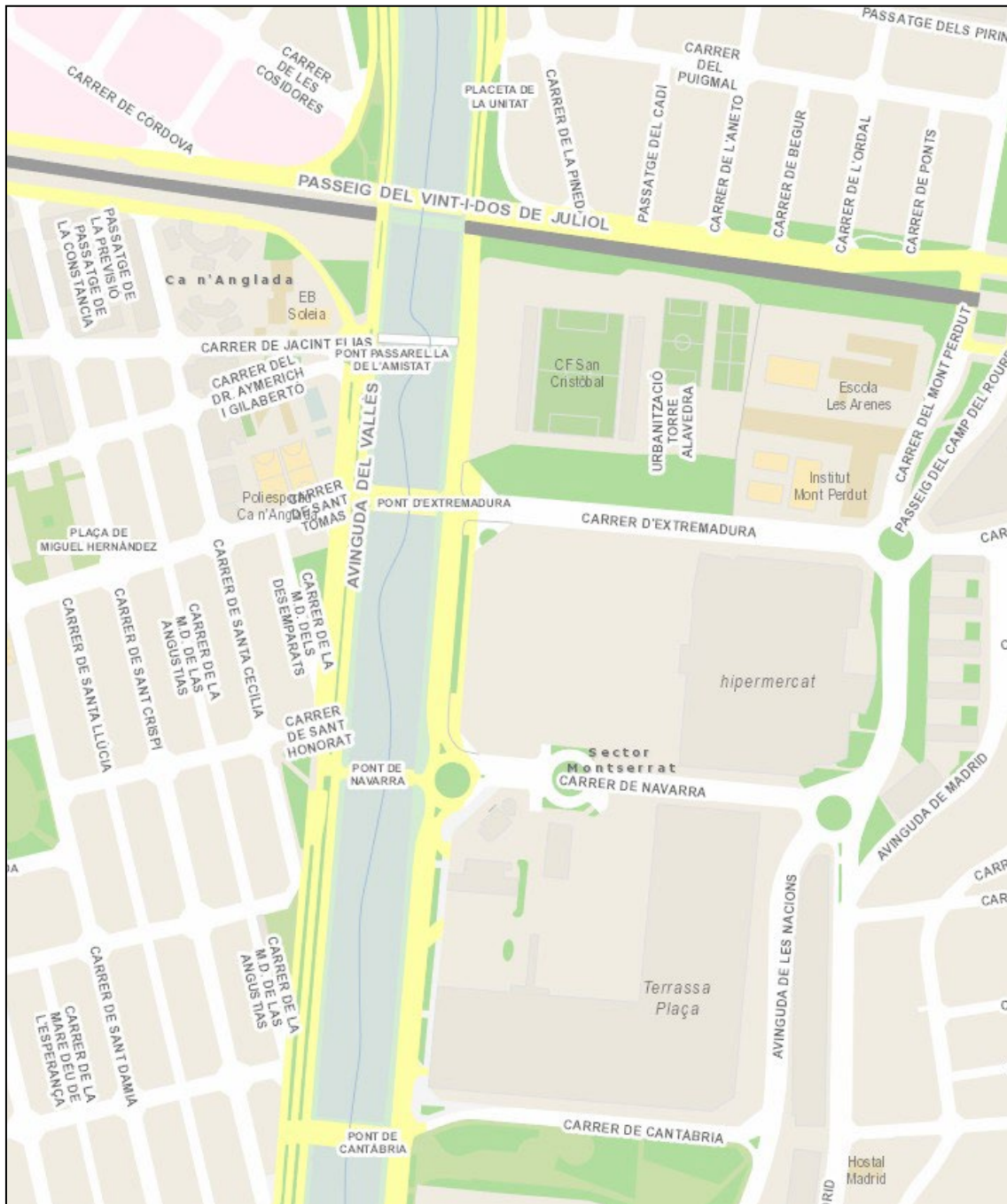


Figura 34. Mapa 6. Mapa de Terrassa (<http://emap.terrasa.cat/mapGIS/?modul=GC>)

4.4.3. Assut perpendicular

Localitza uns 50 metres aigües avall, a la llera, un altra assut. No està tota sencera i no està exactament perpendicular a la direcció de la riera.

A) Intenta donar una explicació a la seva funció.

Escriuiu la resposta aquí

B) Si aquesta assut estigués aigües amunt del pont del ferrocarril, ajudaria a protegir els pilars? Per què?

Escriuiu la resposta aquí

C) A banda de les assuts, els murs de contenció laterals i els pilars actuals del pont del ferrocarril, observeu alguna altra infraestructura al bell mig de la riera? Quina funció creus que té o hagi pogut tenir? (relaciona-ho amb la descripció històrica de les inundacions del 1962).

Escriuiu la resposta aquí

D) Observeu algun element al damunt d'aquesta infraestructura? Quin? Ens indica alguna cosa?

Escriuiu la resposta aquí

4.4.4. Contrapendents als marges de la Riera

Ara caldrà desplaçar-se aigües avall fins al següent pont per al trànsit de vehicles, el pont d'Extremadura. Deixarem i sobrepassarem a mà esquerra el camp de futbol municipal de Ca n'Anglada i a mà dreta el pont nou exclusiu per a vianants. El millor punt d'observació serà en la part habilitada per a vianants del pont d'Extremadura.

A) Des d'aquest punt i mirant aigües avall localitza i observa, al marge esquerra de la Riera, el pàrking del centre comercial. Respecte a la llera, a quina cota aproximada es troba? Es podria inundar si l'aigua sobrepassés els límits de la canalització?

Escriuiu la resposta aquí

B) Localitza i observa el mateix que l'apartat anterior però al marge dret, on es tracta del barri de Ca n'Anglada. Respecte a la llera, a quina cota aproximada es troba? Es podria inundar si l'aigua sobrepassés els límits de la canalització?

Escriuiu la resposta aquí

C) Tant en el cas del pàrking com el del barri de Can Anglada, hauràs observat que el carrer per on circulen els vehicles es troba més elevat. Aquest "contrapendent" creus que és natural? O està modificat per la mà del home? Quins dels dos creus que deu ser més evident?

Escriuiu la resposta aquí

4.4.5. Observació i anàlisi de riscos

A) En el plànol de Terrassa de la pàgina següent (**figures 35 i 36**) coloreix de blau la zona que es va inundar a l'any 1962 degut al desbordament de la Riera. Utilitza les següents dades (extretes dels testimonis que van sobreviure a la tragèdia):

- Per l'oest (riba dreta) la inundació va afectar el barri sencer d'Ègara arribant a la plaça de Laureà Barrau, Avinguda Jaume I i el Passeig 22 de juliol (ferrocarril). Més al sud, el barri de Ca n'Anglada des de la confluència de l'Avinguda de Barcelona i el Passeig 22 de juliol (ferrocarril), i des d'aquí, seguint en diagonal fins a la plaça de Ca n'Anglada, i cap al sud pel carrer de Sant Damià fins a la carretera de Montcada.
- Per l'est (riba esquerra) va arribar a la cruïlla del carrer Cervera amb el carrer de Sierra Nevada, i d'aquí en diagonal fins al pont del ferrocarril. Després, va anar seguint l'actual Avinguda del Vallès sense desbordar.

B) Calcula l'amplada màxima del desbordament de la Riera a l'any 1962 en aquest sector (escala del plànol \rightarrow 1:5000)

Escriviu la resposta aquí

C) Compara l'amplada màxima calculada amb la que vas calcular a la parada 3. Aigües avall, es fa més ample o més estret el desbordament?. Per quines raons penses que va ser així?.

Escriviu la resposta aquí

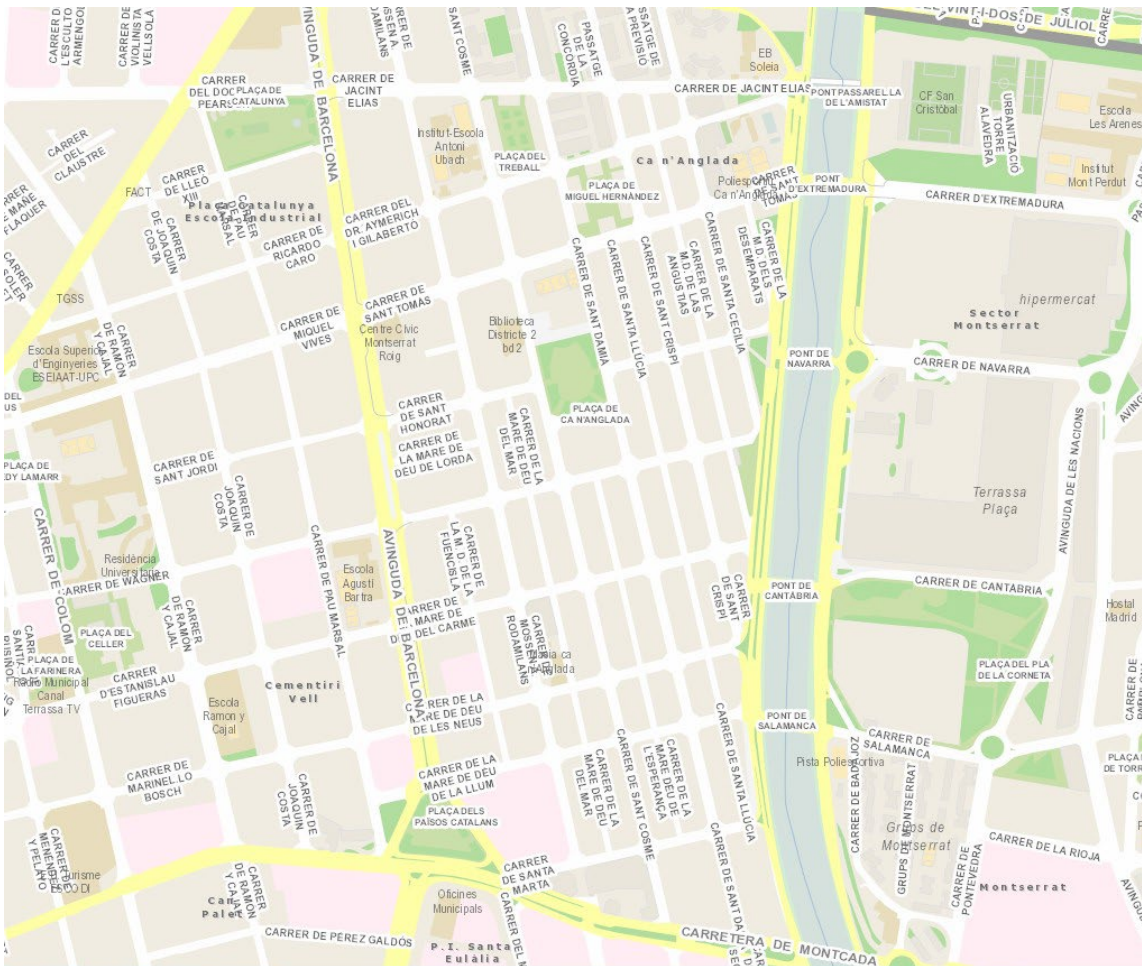


Figura 36. Mapa 7B. Mapa de Terrassa (<http://emap.terrassa.cat/mapGIS/?modul=GC>).

D) A partir del pont del ferrocarril, i pel seu marge esquerra, la Riera va seguir el canal actual sense desbordar. En canvi va desbordar pel seu marge dret afectant de manera greu el barri de Ca n'Anglada. Observa el mapa topogràfic de la pàgina següent (**figura 37**) que correspon a l'any 1970, pocs anys després de la riuada. Observa també el relleu al teu voltant i tracta de donar una explicació a les diferències entre marges del desbordament.

Escriu la resposta aquí

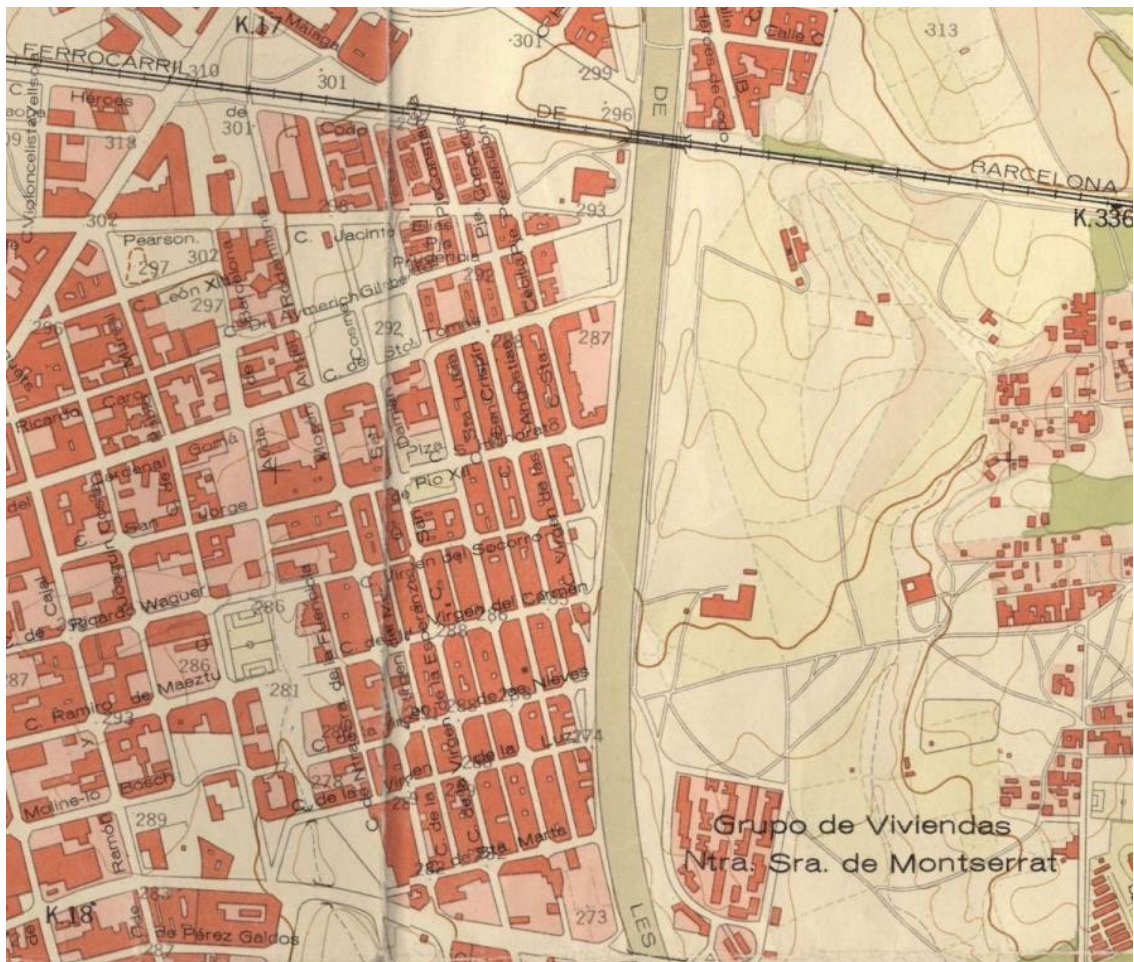


Figura 37. Mapa 8. Mapa topogràfic de Terrassa. Ajuntament de Terrassa (any 1970). (<https://bit.ly/30FhXnz>).

E) Compara aquest mapa amb el mapa número 5 i les respostes a l'apartat 4.4.4.(C) de la quarta parada. Des de l'any 1970 fins a l'actualitat, hi hagut alguna intervenció humana al marge esquerre de la Riera de les Arenes en aquest sector? Quina?

Escriuiu la resposta aquí

F) Aquesta actuació, ha modificat l'exposició en aquest sector proper a la Riera de les Arenes?

Escriuiu la resposta aquí

4.5. Cinquena parada. Terrassa - 4 (al costat de la benzinera)

LOCALITZACIÓ

*Continuem baixant per la Ronda Vallès en aquest costat de la riera i en direcció sud. Quan arribem a la 1a rotonda, cal sortir per la 2a sortida i aparcar darrera d'una benzinera (en l'actualitat de la marca "Petrocat")
Cal anar a peu uns 100 metres més amunt fins a un pas de vianants. El creuem i trobarem un camí que baixa a la llera.*

ACTIVITATS

4.5.1. Orientació i localització en el mapa

Marca la localització d'aquesta cinquena parada al mapa (**figura 38**) de la pàgina següent.

4.5.2. Observació de la llera (cal baixar a la llera)

A) Els **materials** que trobem a la llera són **sediments**. Pel que fa a la seva mida:

A-1) Calcula quin tant per cent aproximat trobes de cadascuna de les mides (blocs, grava o còdols, sorra, llim i argila).

Escriuiu la resposta aquí

A-2) Explica com es distribueixen transversalment d'un costat a l'altra de la llera.

Escriuiu la resposta aquí

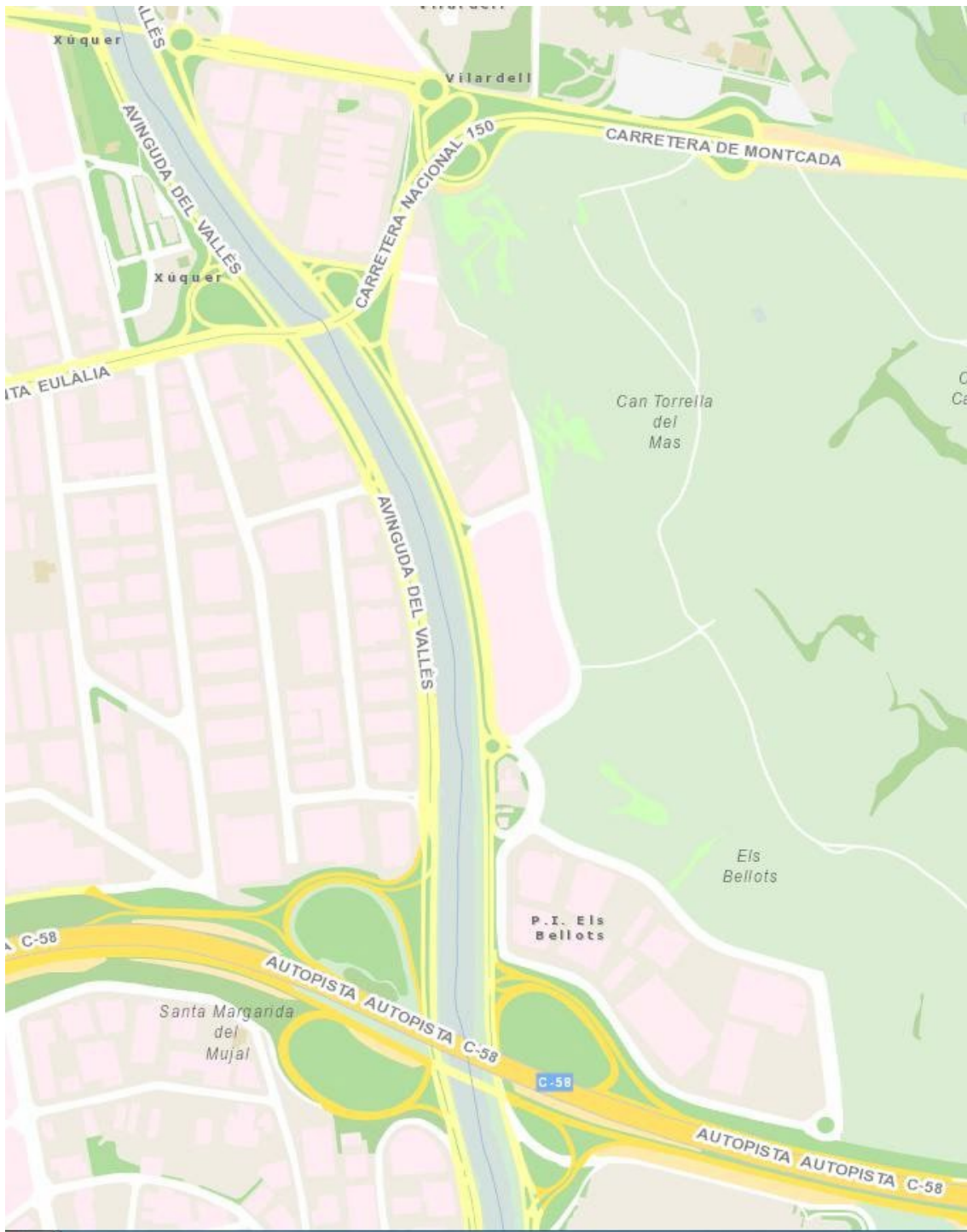


Figura 38. Mapa 9. Mapa de Terrassa (<http://emap.terrasa.cat/mapGIS/?modul=GC>).

A-3) Indica la procedència d'aquests sediments (natural o artificial?)

Escriu la resposta aquí

A-4) En aquells sediments que has considerat d'origen natural, relaciona'ls amb els materials de l'àrea font. Revisa la foto que vas fer a la parada 2 i algunes de les qüestions d'aquella parada. Tenen tots els sediments la mateixa mida? Observes el mateix grau d'arrodoniment?

Escriuiu la resposta aquí

B) En cas que baixi aigua, cap a on flueix? Si no flueix aigua, observes algun indicati de què l'aigua hagi fluït? Per on? Observes algun canal preferent d'aquest flux?

Escriuiu la resposta aquí

C) Pel que fa a la **zona canalitzada:**

C-1) Com mesuraries l'amplada de la llera canalitzada? Mesura-la (= l) (*només per a les activitats d'ampliació*).

Escriuiu la resposta aquí

C-2) Mesura l'alçada dels murs laterals (=h) (*només per a les activitats d'ampliació*). Justifica l'existència d'aquests murs laterals.

Escriviu la resposta aquí

C-3) Observant la zona canalitzada aigües avall, aprecies alguna diferència entre els dos marges?

Escriviu la resposta aquí

C-4) Un dels dos murs té el marge lleugerament més alt (recrescut). Quina explicació li podries donar?

Escriviu la resposta aquí

C-5) Amb l'amplada i l'alçada promig, calcula la secció (l x h).

Escriviu la resposta aquí

C-6) Observa el **mapa topogràfic (figura 39)** i indica la cota aproximada del punt on ens trobem. Recorda la dada per a les activitats posteriors.

Escriviu la resposta aquí



Figura 39. Mapa 10. (Mapa topogràfic de l'ICGC).

4.5.3. Assuts, rescloses o murs perpendiculars

A) Caminant cap avall trobarem un assut que travessa de banda a banda la riera. Més amunt i més avall se'n troben uns altres. Per quin motiu s'han fet?. Per ajudar-te a resoldre-ho observa el perfil longitudinal original de la riera (**figura 40**):

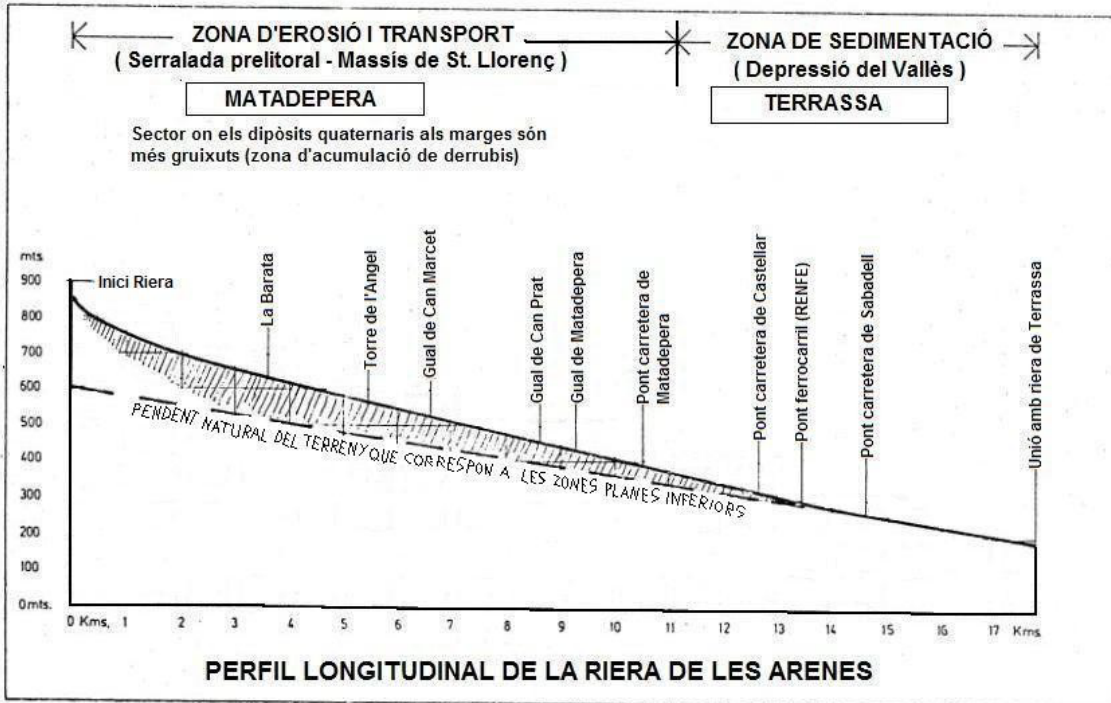


Figura 40. Perfil longitudinal de la riera de les Arenes. Modificat a partir de Custodio Gimena et al. (1966).



Entre l'inici de la Riera (prop dels 900 metres d'alçada) i el punt d'acabament (unió amb la "Riera de Terrassa") hi ha un pendent que, en cas d'avinguda, farà baixar l'aigua a una determinada velocitat. Recorda que com més velocitat més poder erosiu.

B) Ara dibuixa com creus que és el perfil resultant amb les assuts al llarg de la riera.



C) Observa de prop l'assut.

C-1) Immediatament després de l'assut, quina mida de sediment predomina? Immediatament abans, quina mida de sediment predomina?

Escriviu la resposta aquí



C-2) Si la funció dels assuts és frenar la velocitat de l'aigua, et sembla lògica aquesta distribució de mides? Raona i tractar de donar explicació de la diferència de mides observada.

Escriviu la resposta aquí



C-3) L'assut presenta a la seva base alguna mena de forat o sobreexcavació? Tracta de donar una explicació.

Escriuiu la resposta aquí

C-4) Recorda l'assut del pont del ferrocarril (parada 4). S'observava la mateixa erosió? Explica les diferències.

Escriuiu la resposta aquí

5. ACTIVITATS D'AMPLIACIÓ POSTERIOR A LA SORTIDA

5.1. Estudi del mapa d'inundacions de l'any 1962

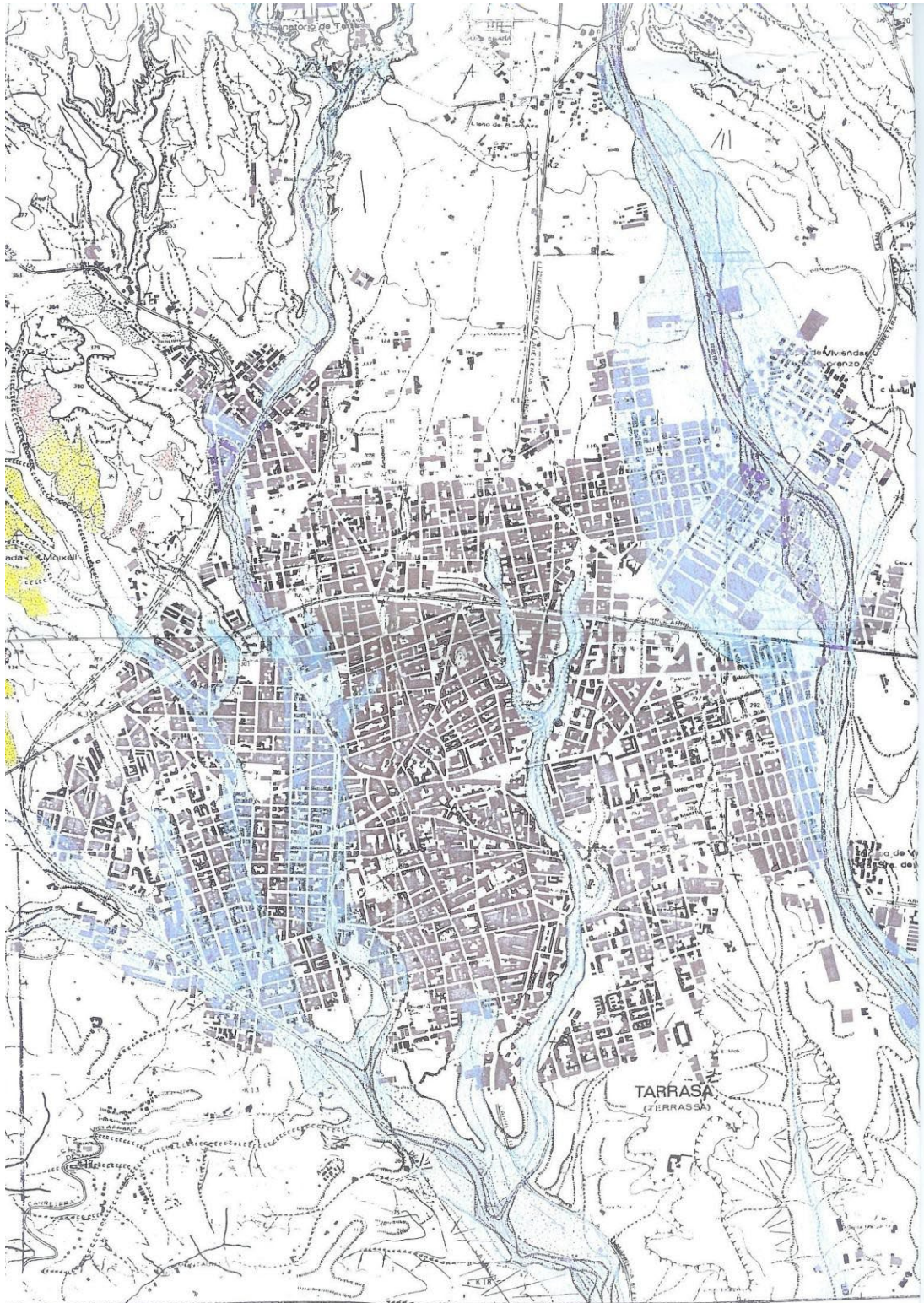


Figura 41. Mapa 1 - Extret de "Caracterización geotécnica de los terrenos situados en el Llano de Terrassa y alrededores (Vallés Occidental, Barcelona)" (28 de septiembre de 1988).

A) En aquest mapa (**figura 41**) pots observar com a l'any 1962, a banda de les zones properes a la Riera de les Arenes, també van quedar afectats altres sectors del nucli urbà de Terrassa. Amb l'ajuda d'un plànol urbà de la població, cita els barris més afectats.

B) A l'activitat prèvia núm. 5 ja es van esmentar els altres torrents i rieres que, al seu pas pel nucli urbà de Terrassa, van causar les inundacions. Ara us heu de fixar en la "forma" del desbordament de cadascun d'aquests sistemes de drenatge. Ressegueix en el mapa anterior aquesta forma; quina diferència observes en la "forma" de desbordament de la Riera de les Arenes en relació a les altres? Descriu com és aquesta forma.

5.2. Estudi del model de creixement urbà de Terrassa

Al llarg del segle XX i molt especialment a partir dels anys 60 la població de Terrassa va experimentar un important creixement. El seu nucli urbà també va anar creixent, tal com vàrem veure a l'apartat 5 de les activitats inicials.

Aquest creixement es va realitzar sense cap mena de planificació, interferint amb la dinàmica fluvio-torrencial de les rieres que hi havia al seu voltant i provocant, entre d'altres, desastres com el del 25 de setembre de 1962.

Ara anem a fer un exercici de ciència-ficció. Retornem al passat. Imagina't que estem a principis del segle XX. A partir del mapa de Terrassa a l'any 1902 (**figura 42**) dibuixa, de manera aproximada, com s'hauria d'haver planificat el creixement del nucli urbà al llarg dels anys. Pots fer-ho sobre el mateix mapa del 1902 o fer-ne un de nou. Tingues en compte la xarxa fluvial (!).

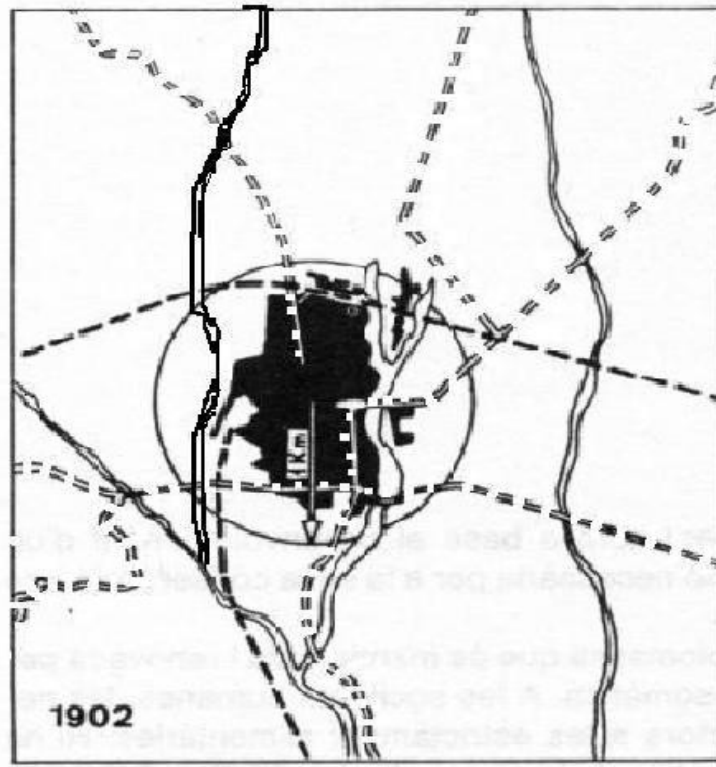


Figura 42. Mapa 2 - Mapa d'ocupació urbana de Terrassa a l'any 1902. Modificat a partir de Arisó (1987)

A) En quina direcció seria convenient ampliar l'espai d'ocupació urbana? Per què?

B) Si el creixement del nucli urbà s'hagués planificat d'una altra manera, s'haurien evitat els danys produïts per les crescudes de les rieres?

5.3. Càlcul de cabals a partir de dades preses a la sortida

Per fer aquesta part caldrà que hagi pres una sèrie de dades durant la sortida. Es tracta de calcular el cabal màxim que pot portar la canalització actual de la riera sense desbordar.

Al guió de la sortida s'indica com prendre aquestes dades (*act. 5.2 apartats C-1 i C-2 de la cinquena parada*). Com sigui que, al llarg de tot el tram urbà de la riera, les característiques de la canalització són similars, es poden prendre les dades en qualsevol tram. També es pot fer a cadascuna de les parades 3, 4 i 5 si és que s'aprecia alguna diferència.

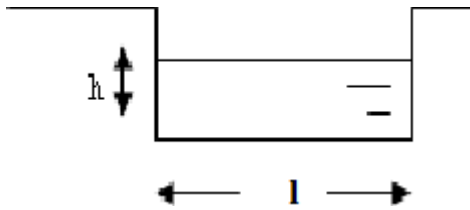
El cabal màxim que pot circular ve donat per la fórmula:

$$Q = S \times V$$

a on **S** = secció per on passarà l'aigua, i

V = velocitat de l'aigua

→ **La Secció (S)** correspon, aproximadament, a un rectangle:



A) Calcula, amb les dades que vas prendre a la sortida, la secció de la canalització ($h \times l$):

→ **La Velocitat (V)** que pot portar l'aigua en un tram donat es pot mesurar de manera directa amb un molinet, un correntòmetre o qualsevol altre mètode. Nosaltres ho farem amb la fórmula de Manning-Strickler, que ens dona una aproximació bastant bona per al càlcul de la velocitat d'un flux de canal obert.

Fórmula de Manning-Strickler:

$$V = K_s \times R^{2/3} \times J^{1/2}$$

A on:

→ **K_s** : és el **núm. de Manning**; es tracta d'un coeficient que ens dona una idea del fregament de l'aigua en el seu desplaçament pendent avall.

El seu valor depèn, fonamentalment, de la rugositat de la llera. També depèn d'altres variables com ara la vegetació que es pugui trobar a la llera, la càrrega de sediments que porta l'aigua, la sinuositat de la llera o la profunditat (calat) de la làmina d'aigua.

Atenent només a la rugositat de la llera, els valors són:

Coefficients de rugositat de Manning (K_s)

1: Lleres naturals de rius i rieres:

Lleres naturals amb el fons pla i sense irregularitats	40
Lleres naturals amb còdols	33-35
Lleres naturals amb vegetació	30-35
Lleres naturals amb blocs irregulars	30
Lleres naturals amb molt material lliure	20
Lleres de torrents amb pocs materials mòbils	25-28
Lleres de torrents amb molts materials mòbils	19-22

2: Lleres canalitzades:

Canals en pedra ben tallada i polida	70
Canals en pedra poc tallada	50
Canals amb talussos empedrats i fons de sorra i grava	45-50
Canals totalment revestits de ciment llis	100
Canals de ciment irregular	50-60
Canals de terra compacta i llisa	60
Canals de terra i sorra compacta	50
Canals de sorra i grava amb talussos empedrats	45-50
Canals de grava fina	45
Canals de grava gruixuda	35
Canals de grava amb pedres gruixudes i mòbils	25-30
Canals de sorra, llim o grava coberts de vegetació	20-25

B) Recorda com era la llera i dona una aproximació del núm. de Manning.

→ **R: és el radi hidràulic** i es calcula dividint **A** (àrea de la secció mullada en m²) entre **P** (perímetre mullat en m). $R = \frac{A}{P}$

C) Calcula el radi hidràulic amb les dades recollides a la sortida (A és la mateixa que has calculat abans en l'apartat A, o sigui, la secció).

→ **J: és el gradient hidràulic o pendent** donat en tant per u.

Es calcula així: $J = \frac{H_{max} - H_{min}}{L} =$

H max: cota més alta del canal principal (en metres)

H min: cota del canal principal on es fa el càlcul

L: longitud del canal principal (en m)

D) Amb l'ajuda del mapa topogràfic de la zona, determina les dades anteriors i calcula el gradient hidràulic.

També pots usar Google Maps amb l'ordinador per a determinar les dades de longitud del canal.

Un cop localitzada la zona del mapa on es volen prendre les mesures cal marcar un punt on s'inicia la mesura de la distància. Després, prem el botó dret del ratolí, i marca l'opció "mesura la distància", i aleshores marques els següents punts del recorregut que es vol mesurar. En la pantalla veuràs marcat el recorregut i la distància mesurada.

E) Finalment, amb tots aquests paràmetres, calcula la velocitat en m/s que portaria l'aigua en una avinguda que ocupés tota la llera (canalització). Pots repetir el càlcul en diferents trams de la riera, amb les dades que has recollit durant la sortida o amb d'altres que pots obtenir amb l'ajut del mapa topogràfic.

F) Creus que la velocitat calculada en l'exercici anterior és gran o petita? Per a esbrinar-ho farem un petit exercici.

F-1-) En les proves d'atletisme es mesura el temps que triga un atleta a recórrer una determinada distància. El rècord de velocitat dels 1000 m llisos a Espanya el té Jesús Gómez des de l'any 2021 amb un temps de 2 minuts i 15,99 s. Quina va ser la seva velocitat mitjana durant la prova?

F-2-) Ara imagina que et trobessis en aquesta situació: les persones que van viure la inundació de l'any 1962 potser no van tenir temps de evacuar la zona on vivien perquè l'aigua els va atrapar.

Al teu poble o ciutat fes un recorregut pels carrers que es correspongui amb una distància de 1 km (pots usar alguna aplicació mòbil per a seguir el recorregut i conèixer la distància). Anota el temps que has trigat a fer el recorregut anant a un ritme ràpid.

Calcula la velocitat mitjana a la que has anat.

F-3-) Compara la velocitat de l'aigua, calculada en l'exercici 3.5, amb les velocitats que has calculat en aquest exercici. Quines conclusions en treus?

G) Calcula, en L/s, el cabal màxim que pot assumir la canalització ($Q = S \times V$):

5.4. Intensitat màxima de pluja continuada que suporta la canalització

En aquest apartat calcularem, de manera molt aproximada, quina és la intensitat de pluja continuada sobre la conca que ens donaria el cabal calculat en el punt anterior.

$$\text{Intensitat de pluja} = \text{cabal màxim (canalització)} / \text{superfície de la conca}$$

Cal suposar que, la possible infiltració de l'aigua de pluja, retorna al sistema de la mateixa conca en forma d'aigua superficial. En cas contrari es fan unes correccions amb coeficients d'escolament.

A) Amb l'ajuda del mapa topogràfic de la zona (vegeu la **figura 43**), delimita la conca de la riera de les Arenes i calcula l'àrea. Es pot fer servir el mètode del paper mil·limetrat transparent que es superposa en el mapa.

Aquí et proposem utilitzar eines digitals per calcular l'àrea de la conca.

A la pàgina web de l'Institut cartogràfic i Geològic de Catalunya (ICGC) hi ha una aplicació de Visor, el Vissir. Obre'l i localitza en el mapa la zona corresponent a la riera de les Arenes.



Quan hagi localitzat la zona del mapa on es troba la conca podràs utilitzar les eines del visor (en el marge esquerre) per a mesurar l'àrea de la conca.

Tria l'opció "Editor", i després desplega el llistat de l'opció "Dibuixar", on hi ha diverses eines. L'opció "Dibuixar Polígon" et permet anar marcant els punts que delimiten la conca sobre el mapa. Al marcar l'últim punt has de fer doble clic, per finalitzar el dibuix del polígon.

Figura 43: captura de pantalla del visor de l'ICGC

(<https://www.icgc.cat/Aplicacions/Visors>)

Al fer aquesta acció en la part inferior dreta de la pantalla podràs veure el valor de l'àrea del polígon dibuixat.

Un cop dibuixat el polígon, la figura es pot modificar.

Per a delimitar l'àrea tingues en compte les següents indicacions sobre l'àrea de la conca de les Arenes:

- Neix al vessant sud del coll d'Estenalles, a la serra de Sant Llorenç del Munt, al terme municipal de Mura.
- Passa per Matadepera (on rep, per la dreta, el torrent de la Font de la Riba, a l'altura de la urbanització de les Pedritxes), Terrassa i les Fonts.
- A Les Fonts conflueix, també per la dreta, amb la riera del Palau i llavors passa a formar la riera de Rubí.

Anota el valor de l'àrea que has delimitat →

B) Calcula la intensitat de pluja continuada sobre la conca amb la fórmula anterior. El cabal màxim que suporta la canalització cal posar-ho en L/s, i l'àrea de la conca en m². El resultat obtingut seran L/ m² · segon. Multiplica per 3600 per tenir-ho en L / m² · h (o el que és el mateix: mm / h).

C) A la següent taula es pot consultar, per al tram de la riera de les Arenes que va des de la capçalera fins a Rubí, la precipitació màxima esperada en 24 hores segons diferents períodes de retorn.

Anys (període de retorn)	5	10	20	50	100	200	500
mm de pluja	75-100	100 - 125	125-150	150-200	200-300	300-400	400-500

Taula de precipitacions màximes esperades en 24 hores segons diferents períodes de retorn al tram de Terrassa des de la capçalera de la conca de la riera de les Arenes. Font: adaptat i calculat a partir de l'hipermapa (<https://sig.gencat.cat/visors/hipermapa.html>).

Aquesta precipitació màxima és l'esperada a partir de càlculs fets segons les dades històriques que es coneixen.

Compara-ho amb el càlcul que has fet abans i extreu conclusions. Repassa també les activitat prèvies (narració dels fets).

5.5. Transport de materials durant la inundació

Observa el gràfic següent (**figura 44**). És el diagrama de Hjulström i serveix per analitzar la relació entre la mida de les partícules i la velocitat del corrent.

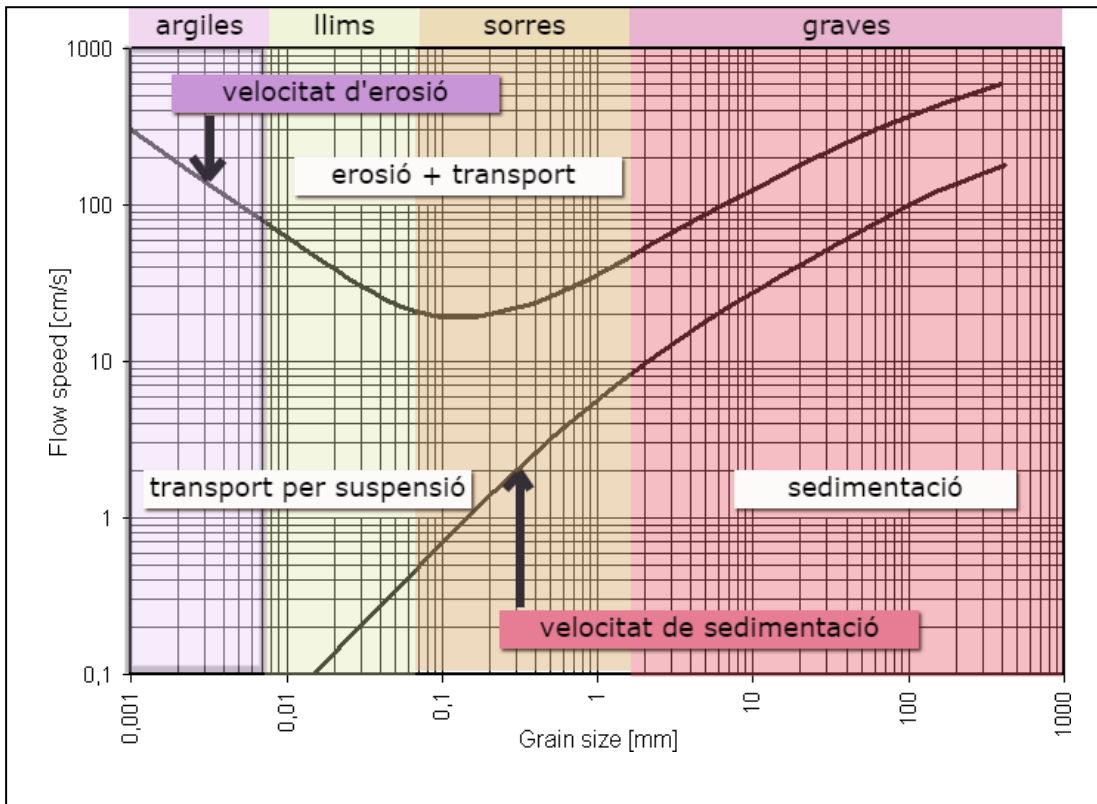


Figura 44. Modificada de: De Hjulströms_diagram_sv.PNG: Karrockderivative work: Karrock (talk) - Hjulströms_diagram_sv.PNG, CC BY-SA 3.0,

A) Coneixent la velocitat de l'aigua obtinguda a l'apartat E del punt 3.5, dedueix quin procés hi estava succeint majoritàriament (erosió, transport o sedimentació) per a cadascuna de les mides de gra (argiles, llims, sorres i graves).

B) Els testimonis de les inundacions a Terrassa expliquen que una riuada de fang va ser la causa de moltes destrosses a les edificacions i estructures, i que també va emplenar molts carrers i cases. Aquest relat es correspon amb el que es pot veure a moltes de les imatges recollides després de la inundació, com per exemple la de la **figura 45**.



Figura 45 . Imatge dels carrers de Terrassa després dels aiguats. Arxiu Miquel Bonet.

Als annexos hi trobaràs més imatges.

Localitza al diagrama de Hjulström a quina velocitat les partícules de llims i les d'argiles començarien a ser transportades, és a dir arrencades, i a quina velocitat la velocitat de l'aigua no seria suficient i començarien a ser dipositades. Escriu una explicació relacionada amb la narració dels testimonis i les imatges recollides.

	LLIMS	ARGILES
velocitat transport		
velocitat sedimentació		

Explicació relacionada amb la narració dels testimonis i les imatges recollides:

C) L'elevada velocitat de la riuada, va permetre el transport de partícules petites, com les argiles i els llims. D'aquesta manera la riuada inicial d'aigua es va transformar en un **flux hiperconcentrat** format per una barreja de partícules grosses i d'aigua. Hi predominen les partícules de totes les mides: sorres, graves, còdols i blocs.

Justifica com el poder d'arrossegament de la riuada, transformada en un flux hiperconcentrat, va poder causar efectes molt més greus que si hagués estat només aigua.

6. SOLUCIONARI ACTIVITATS PRÈVIES

6.1. Anàlisi de riscos

A)

Segons la informació dels textos, es van inundar els barris següents: St. Llorenç i Les Arenes pel marge esquerra, el barri de l'Hoquei pel marge dret, i el barri de Les Fonts aigües avall després de la confluència de la rierade Palau i la de Les Arenes.

Va arrossegar: persones, vehicles, arbres, mobles, utensilis, . . .

Va provocar l'ensorrament d'edificis i la destrucció del pont dels Ferrocarrils de la Generalitat.

A la rambla d'Egara, degut a l'obturació del col·lector pels materials arrossegats, el nivell de l'aigua va pujar 2 metres i això provocà danys a les cases i a les instal·lacions.

B)

Els danys van tenir el seu origen en una gran tempesta amb pluges molt intenses (torrencials). Aquesta donà lloc, en poc temps, a una gran pujada del cabal de la riera, fet que va originar el seu desbordament i la inundació de les zones adjacents.

Històricament s'han produït inundacions amb periodicitat en la zona; hi ha referències dels aiguats dels anys: 1865, 1911, 1913, 1926, 1944, 1962, 1971 i al segle XVI.

Perillositat: és la probabilitat d'ocurrència d'un fenomen destructiu.

C)

Les zones i barris que estaven més a prop de la riera de Les Arenes tenien un alt nivell **d'exposició** (zones força poblades).

La **vulnerabilitat** també era alta en aquesta zona perquè la majoria eren habitatges d'autoconstrucció.

Exposició = víctimes i danys potencials.

Vulnerabilitat = proporció de persones i bens afectats respecte del total exposat.

6.2. Situació meteorològica el dia dels aiguats

A)

Al voltant de 1015 mb, la qual cosa indica estabilitat atmosfèrica. S'esperava bon temps.

B)

Era càlid i estava carregat d'humitat perquè passava per sobre de la mar Mediterrània.

C)

La línia del front fred s'acostava a Catalunya.

D)

La massa d'aire que porta és freda.

E)

Va xocar una massa d'aire calent amb una altra massa d'aire fred i aquest aire fred va obligar a ascendir la massa d'aire calent i humida.

F)

Al voltant de -12° C. A Londres també hi havia la mateixa temperatura.

A aquesta situació es denomina **solc en altura associat a un front fred o DANA (depressió aïllada en nivells alts)** (antigament: gota freda).

G)

Es va produir un xoc de masses d'aire: una massa d'aire fred i una altra massa d'aire calent i carregat d'humitat procedent de la mar Mediterrània. Aquest xoc va provocar l'ascens de la massa càlida i la seva ràpida condensació, formant grans cumulonimbus que van descarregar en forma d'aiguats (precipitacions de caire torrencial) amb grans quantitats de pluja en poca estona.

6.3. Quantitat de precipitació del dia 25-09-1962 mesurada en un pluviògraf

A)

Des de les 19 hores fins les 23 hores, amb un període de pluges especialment intens entre les 21:30 i les 22:30 hores.

B)

De les 21:30 fins les 22:30 van caure 100 mm.

C)

Sí. Més de 80 mm en 60 min es considera una pluja torrencial. En funció de les característiques de la conca (tipus de sòl, xarxa hidrogràfica, vegetació) pot provocar el desbordament dels cursos fluvials i inundacions de les zones adjacents.

6.4. Quantitat de precipitació del dia 25-09-1962 segons un mapa d'isohietes

A)

Puigcerdà: al voltant de 60 mm

Manresa: 120 mm

Tarragona: entre 60 i 80 mm

Girona: al voltant de 40 mm

Barcelona: entre 100 i 120 mm

Vic: al voltant de 80 mm

B)

La zona del Vallès

6.5. Ocupació del territori per part de l'home

A) (vegeu les **figures 46 i 47**)

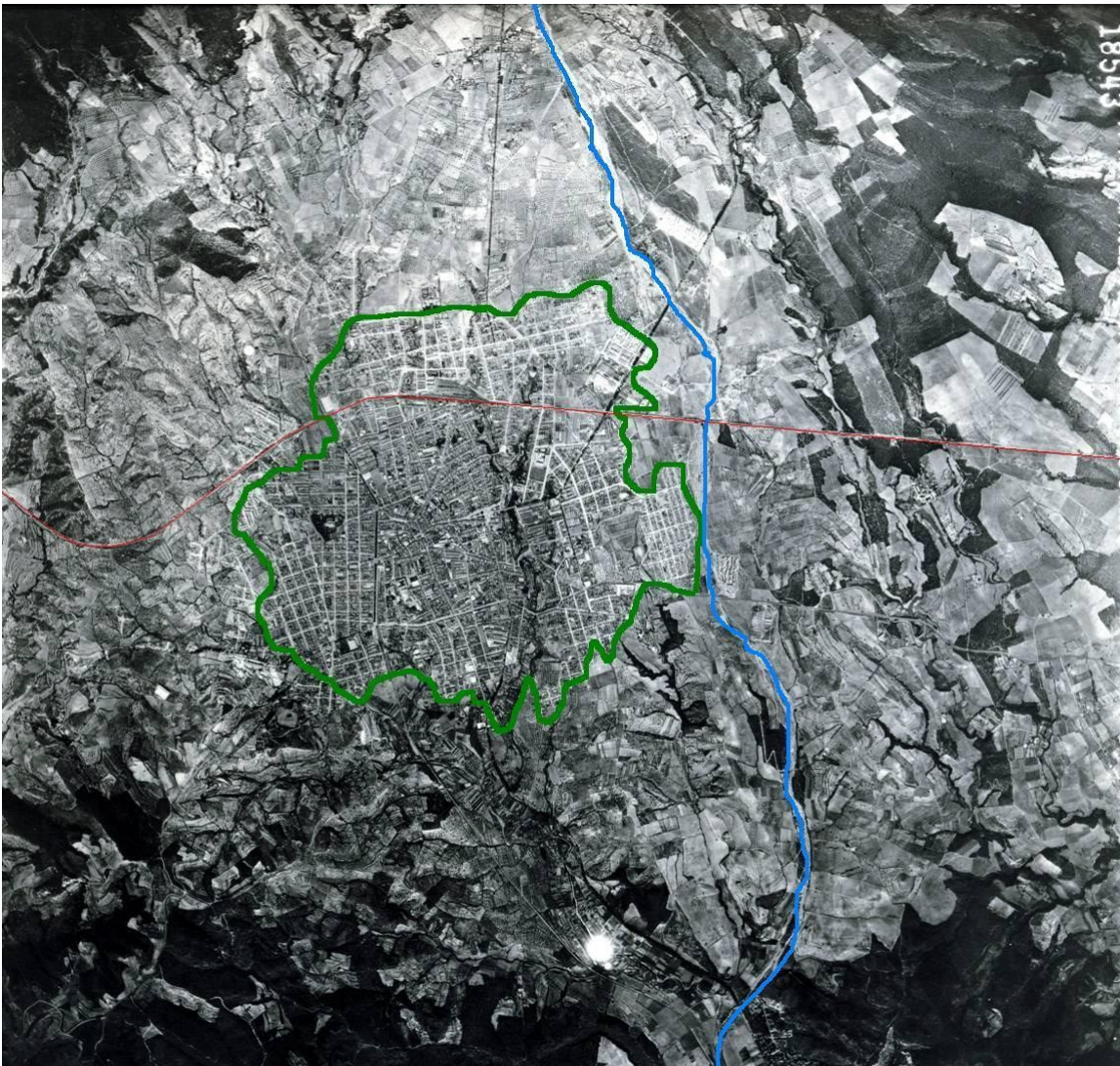


Figura 46. Fotografia aèria de l'any 1956 (abans dels aiguats) modificada pels autors.
Font: ICGC.

B)

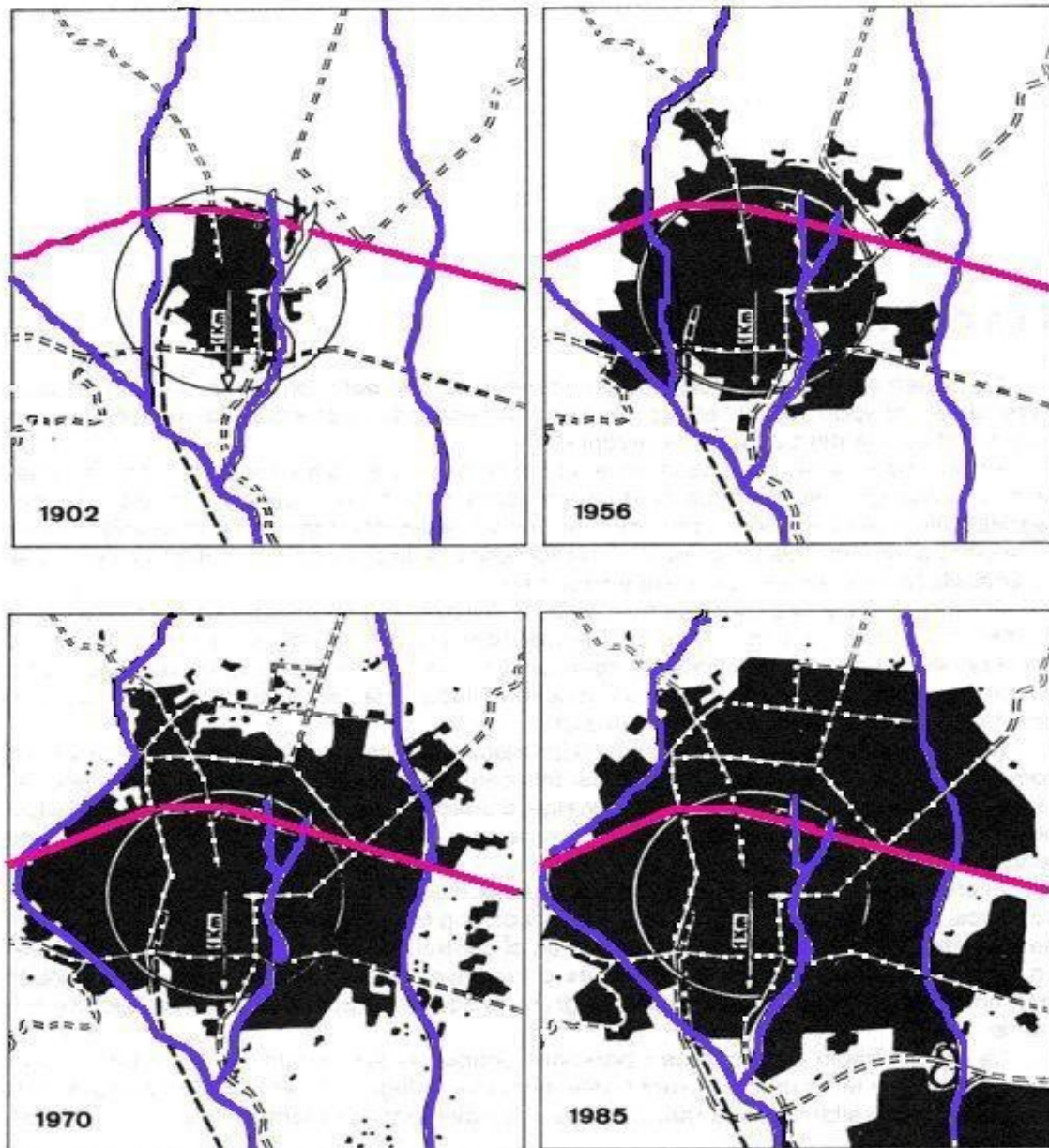


Figura 47. Procés de creixement urbà a Terrassa. Línies discontinúes indiquen vies de comunicació. Línies contínues indiquen la xarxa hidrogràfica. Modificat pels autors a partir de Arisó (1987)

C)

Terrassa, a l'any 1902 tenia forma allargada i es situava entre les rieres de Vallparadís i de Palau.

A l'any 1956 ja havia sobrepassat aquestes dues rieres i la forma geomètrica era més aviat rodona.

A l'any 1970 la riera de Palau és desviada i la construcció urbana sobrepassa lleugerament la riera de les Arenes.

Finalment, a l'any 1985, la riera de Les Arenes està sobrepassada amb escreix.

D)

El creixement urbà està totalment relacionat amb l'increment de la població doncs, entre els anys 50 i 70 es va produir el gruix de la immigració procedent majoritàriament de Andalusia.

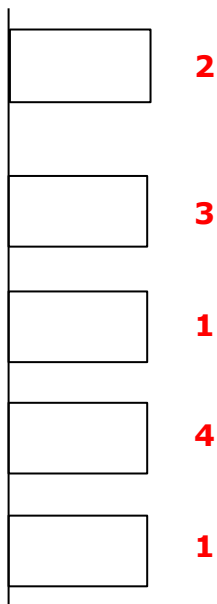
E)

Inicialment la població de Terrassa tenia forma allargada; però després, va anant agafant forma més aviat d'hexàgon ocupant, amb el creixement urbà, l'espai natural de les rieres.

6.6. Context geològic de la zona

A)

A



B

B)

Relleu	Materials	Època geològica
Sant Llorenç del Munt	Conglomerats, argiles i sals	Eocè superior i Oligocè
Collserola	Granitoides i roques metamòrfiques	Paleozoic


C)

Collserola

D)

Terrassa es troba situada al damunt de les argiles, gresos i conglomerats del Neogen.
Són més moderns.

E)

Relleu o població	Material geològic	Època geològica	Nova trama
Sant Llorenç del Munt	Conglomerats, argiles i sals	Eocè superior i Oligocè	
Terrassa	Argiles, gresos i conglomerats	Neogen	
Collserola	Granitoides i roques metamòrfiques	Paleozoic	
Montcau	Conglomerats, argiles i sals	Eocè superior i Oligocè	
Montjuic (Barcelona)	Argiles, gresos i conglomerats	Neogen	

Nota dels autors: el docent pot aprofitar aquesta activitat prèvia per aprofundir en el coneixement del Sistema Mediterrani, compost per les unitats geològiques de la Serralada Pre-litoral, la Depressió Pre-litoral i la Serrada Litoral.

6.7. Xarxa hídrica del ventall al·luvial

A) Xarxa hídrica actual del ventall al·luvial (**figura 48**).

A-1-) i A-2-)

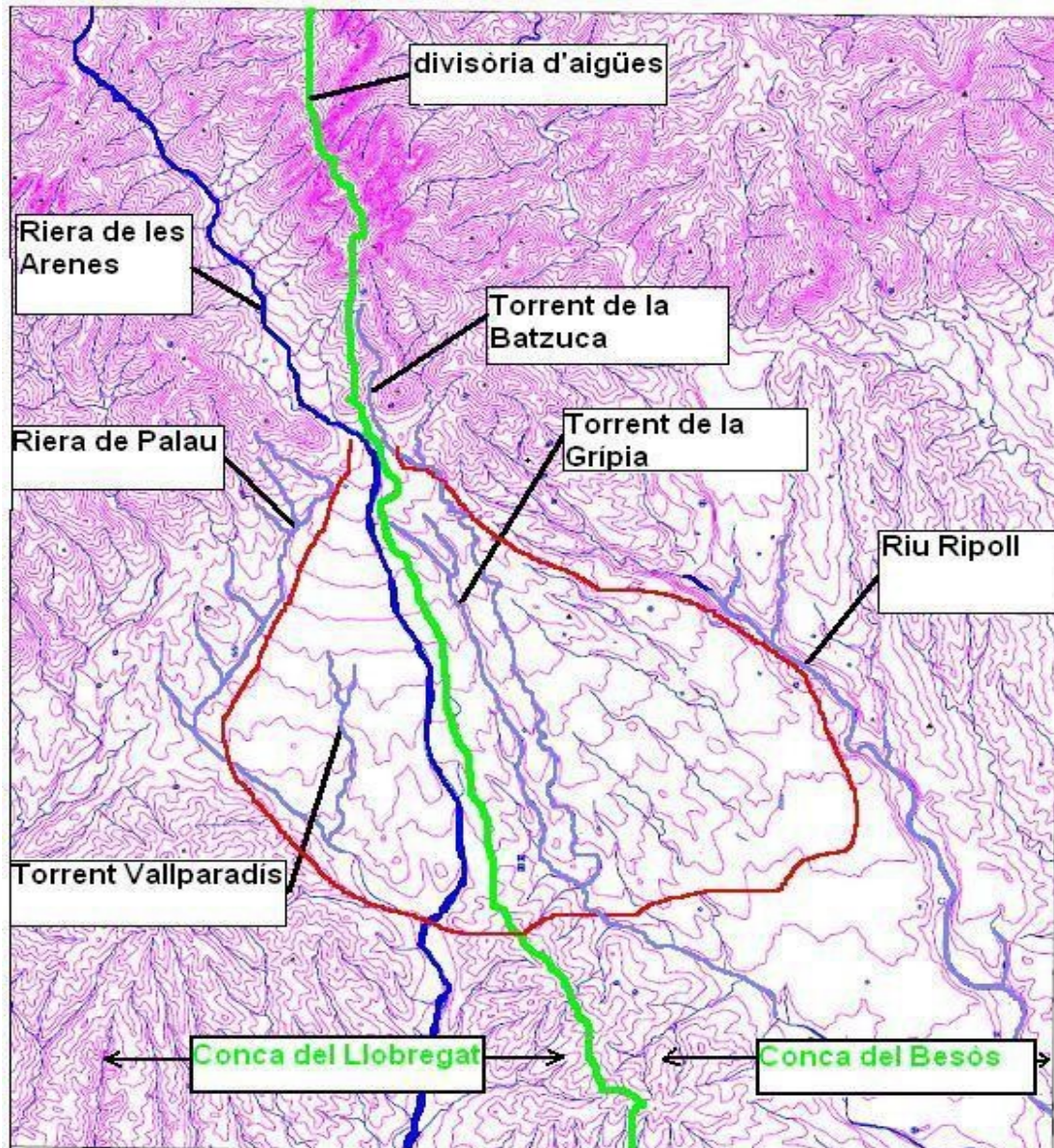


Figura 48. Adaptació del Mapa topogràfic núm. 392 - E: 1/50.000 en format digital de l'IGN.

A-3-) (figura 49)

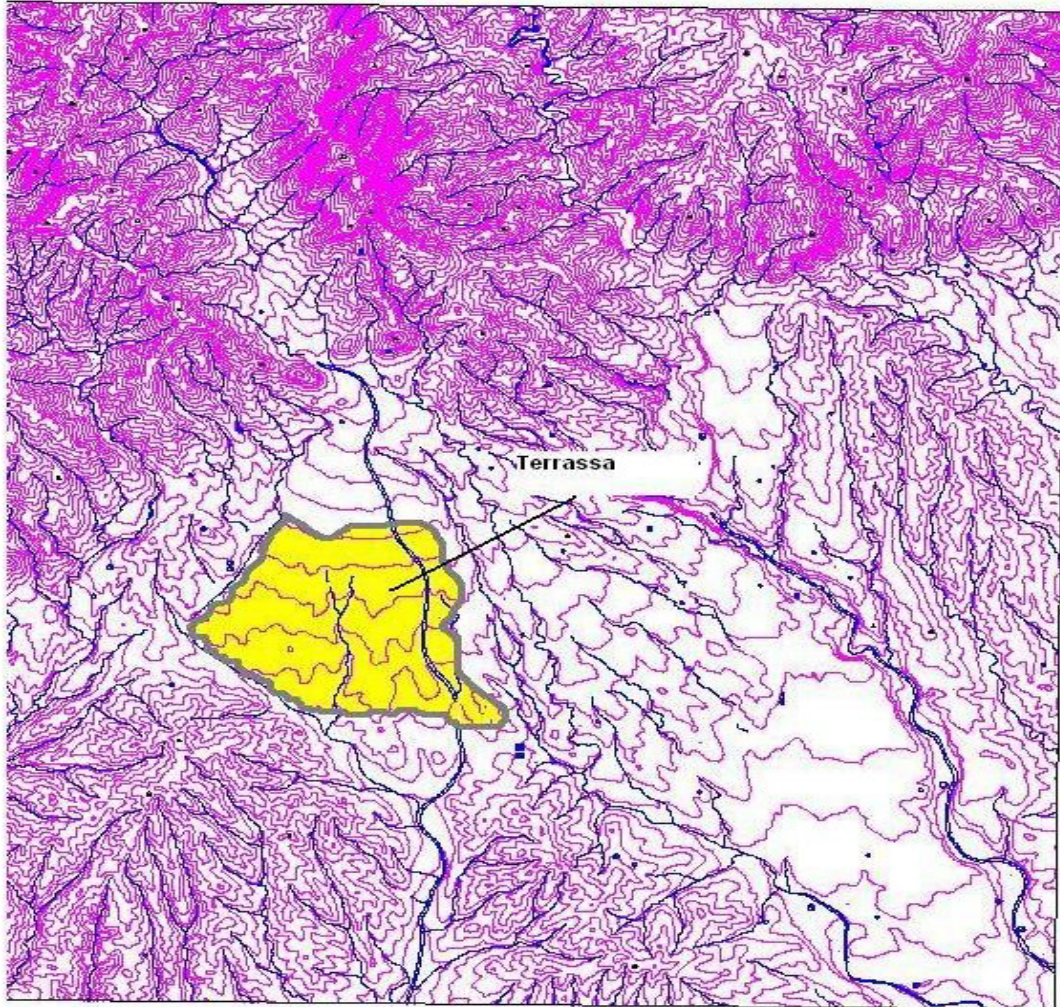


Figura 49. Adaptació del Mapa topogràfic núm. 392 - E: 1/50.000 en format digital de l'IGN.

B) Xarxa hídrica pre-històrica del ventall al·luvial

B-1-)

Períodes geològics	Conca de drenatge
Pliocè inferior	Besòs
Pliocè superior	Llobregat (a l'oest de Terrassa)
Llera actual	Llobregat (a l'est de Terrassa)

B-2-)

Terrassa està situada justament sobre un important con al·luvial.

Un con o ventall al·luvial és una acumulació de materials dipositats per un riu o torrent quan aquest, degut a un canvi bruscat de pendent, perd força i capacitat de transport i per tant diposita els sediments.

Té forma triangular o de delta. Els materials presenten granuloclassificació de tal manera que els materials més grossos es queden a prop de l'apex, després es dipositen els de mida mitjana i per últim es troben el més fins.

El ventall al·luvial també presenta una forma bombada en la part central; és a dir no presenta una superfície plana, sinó que és convexa.



Figura 50. Esquema d'un ventall al·luvial. Autor: coordinador científic del treball.



Figura 51. Esquema d'un ventall al·luvial. Autor: coordinador científic del treball.

En el primer esquema (**figura 50**) es pot veure la formació d'un ventall al·luvial i la seva posterior erosió per part del mateix riu o torrent; això deixa aïllats una sèrie de "lòbuls" a banda i banda per l'aigua circular i erosionar.

En el segon (**figura 51**) es pot observar com se superposen nous ventalls al·luvials a la morfologia inicial, donat que es reomplen amb més sediments els espais anteriorment erosionats.

Així, si en un d'aquests nous ventalls s'acumulen molts sediments, faran que el drenatge principal es traslladi cap un costat o altre del ventall al·luvial.

7. SORTIDA DE CAMP - GUIÓ DE L'ALUMNE - SOLUCIONARI

7.1. Primera parada. Terrassa – 1 (pont polígons nord)

7.1.1. Orientació i localització en el mapa

A) (figura 52)

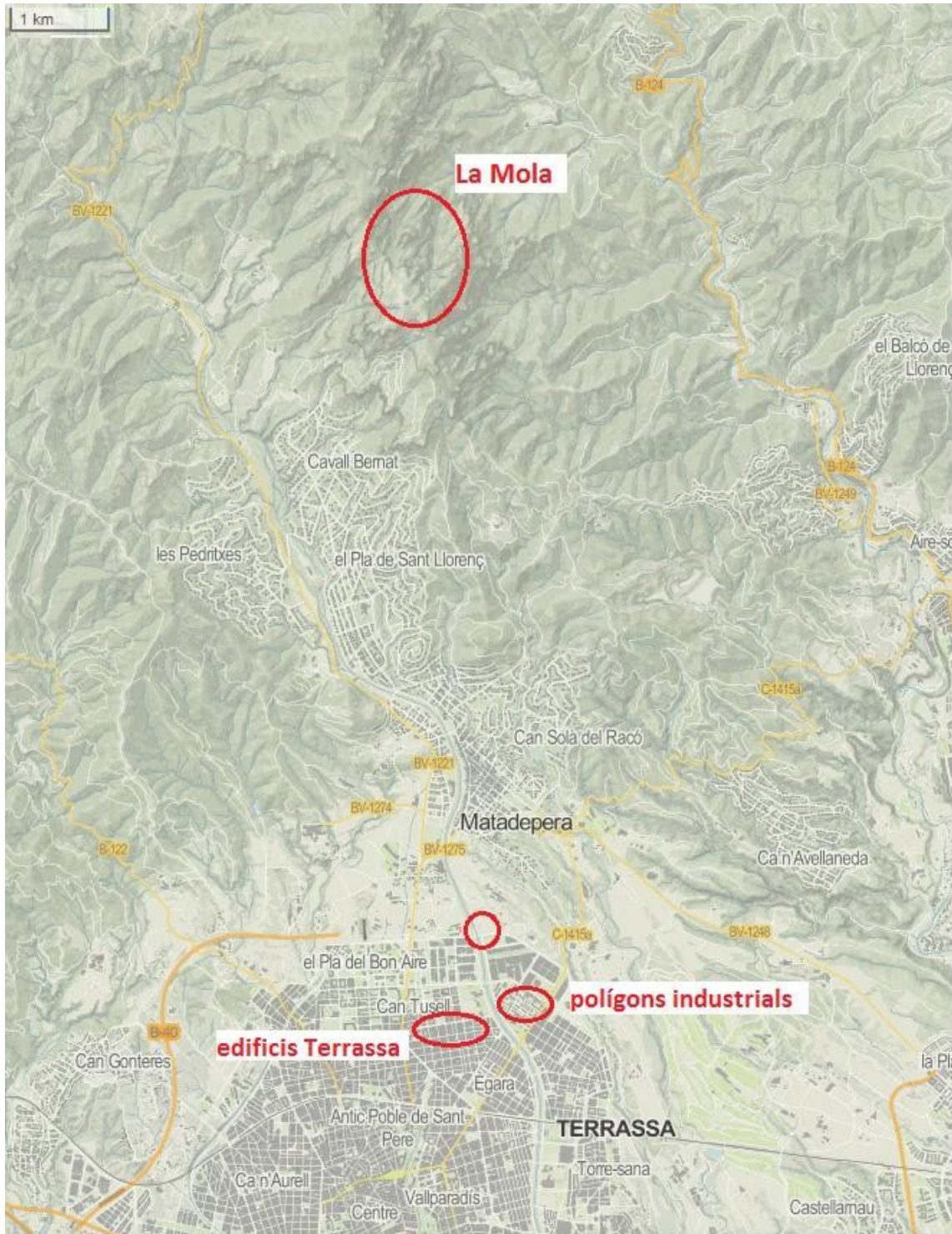


Figura 52. Mapa adaptat a partir de l'hipermapa de Catalunya (<https://sig.gencat.cat/visors/hipermapa.html>)

B) L'azimut és pràcticament de 0°. És a dir, es troba al Nord.

C) 7 km.

D) (figura 53)

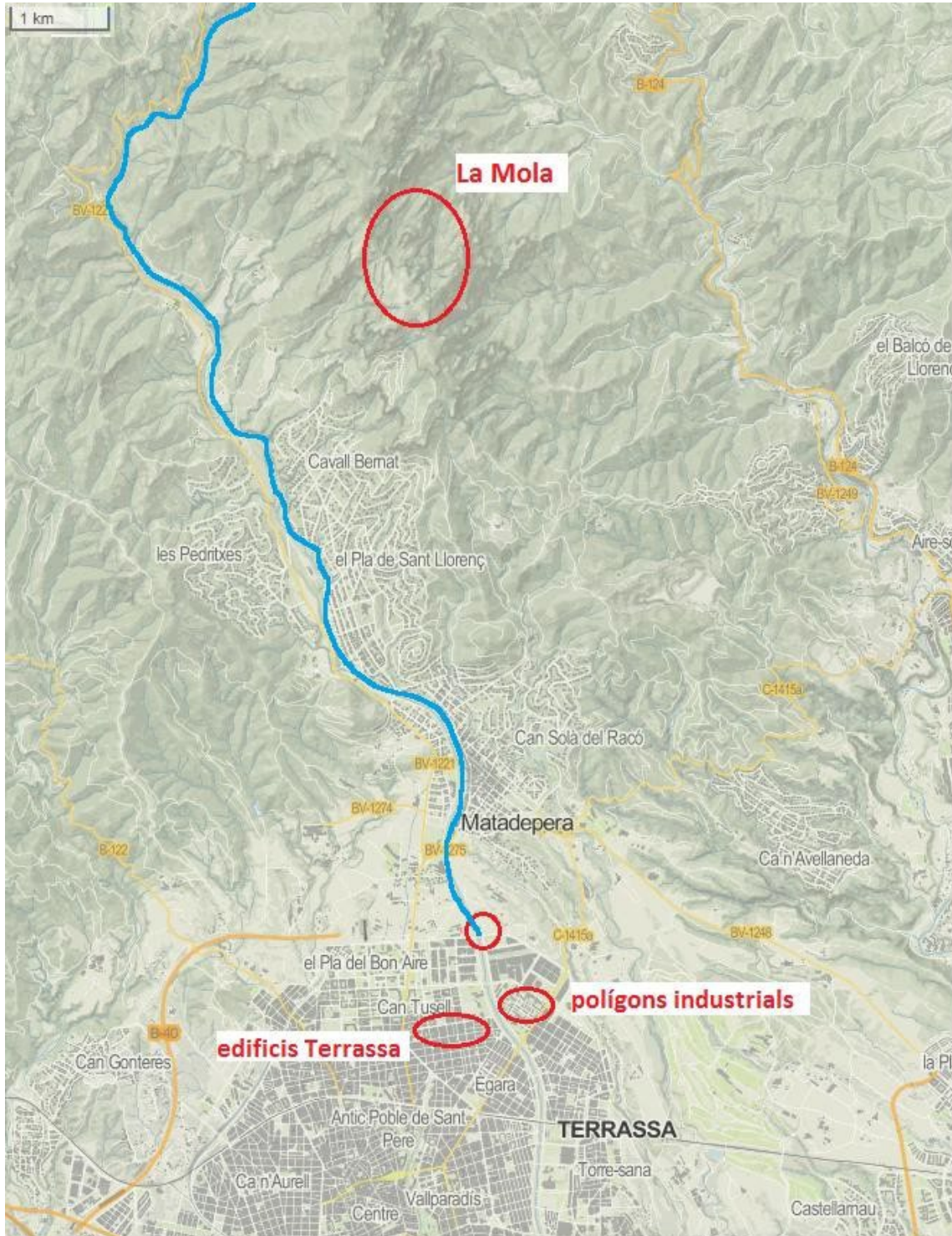


Figura 53. Mapa adaptat a partir de l'hipermapa de Catalunya (<https://sig.gencat.cat/visors/hipermapa.html>)

7.1.2. Observació de la Riera

A) (figura 54)

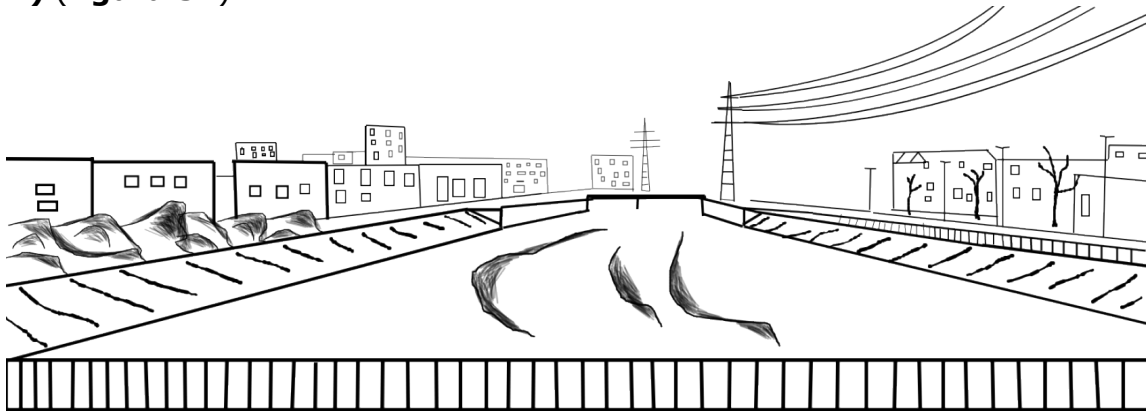


Figura 54. Esquema elaborat pels autors.

B) Alguns arbusts al marge esquerra i arbres plantats al carrer al marge dret.

C) Els talussos que delimiten la llera. Les naus industrials als dos marges. Edificis d'habitatges. Torres elèctriques d'alta tensió. Un pont que travessa la riera.

D) La llera està canalitzada. La delimita uns talussos oblics formigonats. Més avall s'observen murs de ciment verticals.

E) Pel que fa la perillositat, tal com s'ha vist a les activitats prèvies, els elements antròpics podrien patir danys si l'aigua (i la seva càrrega) desbordés la canalització.

Pel que fa al pont que s'observa aigües avall es troba força exposat, ja que té un sol pilar al mig de la llera.

El tanatori, les naus dels polígons industrials a banda i banda de la llera, i els edificis d'habitatges que s'observen al marge esquerra també estarien exposats.

Pel que fa a la vulnerabilitat del pont, caldria conèixer les característiques i la resistència del pont davant d'una gran avinguda. Els habitatges tindrien una vulnerabilitat major que les naus dels polígons industrials pels possibles danys a les persones. Caldria valorar també les pèrdues econòmiques dels danys a les naus industrials.

7.2. Segona parada. Matadepera (Gual de Can Prat sobre la partalta de la Riera de les Arenes)

7.2.1. Orientació i localització en el mapa

Marca la localització d'aquesta segona parada al mapa (**figura 55**).

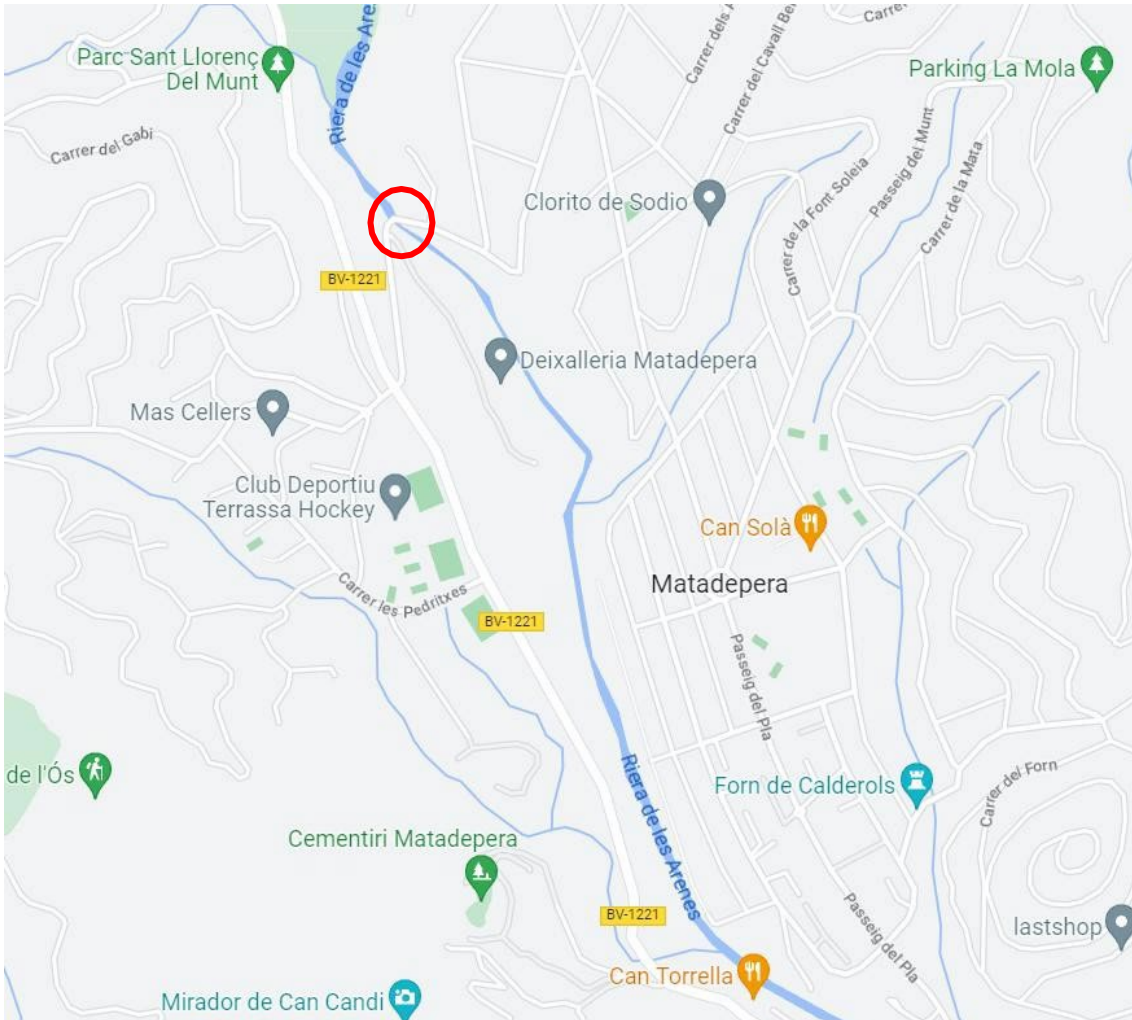


Figura 55. Mapa adaptat de GoogleMaps.

7.2.2. Observació i estudi de l'acció antròpica sobre la Riera

El punt d'observació es situaria aigües amunt del gual. Abans, però, cal observar els forats o "ulls" del gual aigües avall (figures 56 i 57).

Nota pel professor: cal estar alerta al travessar la carretera donat que hi ha força trànsit de vehicles.

- A) Per deixar passar l'aigua de la riera quan aquesta en porta.**
- B) Es poden donar dos circumstàncies quan es faci la visita:**

- Que els ulls estiguin totalment colmatats degut a que el gual ha actuat com a pressa i aleshores la riera ha anat dipositant els sediments fins omplir-ho tot.
- Que no estiguin colmatats degut a una actuació antròpica recent per evitar la colmatació d'aquests ulls o forats.

c)

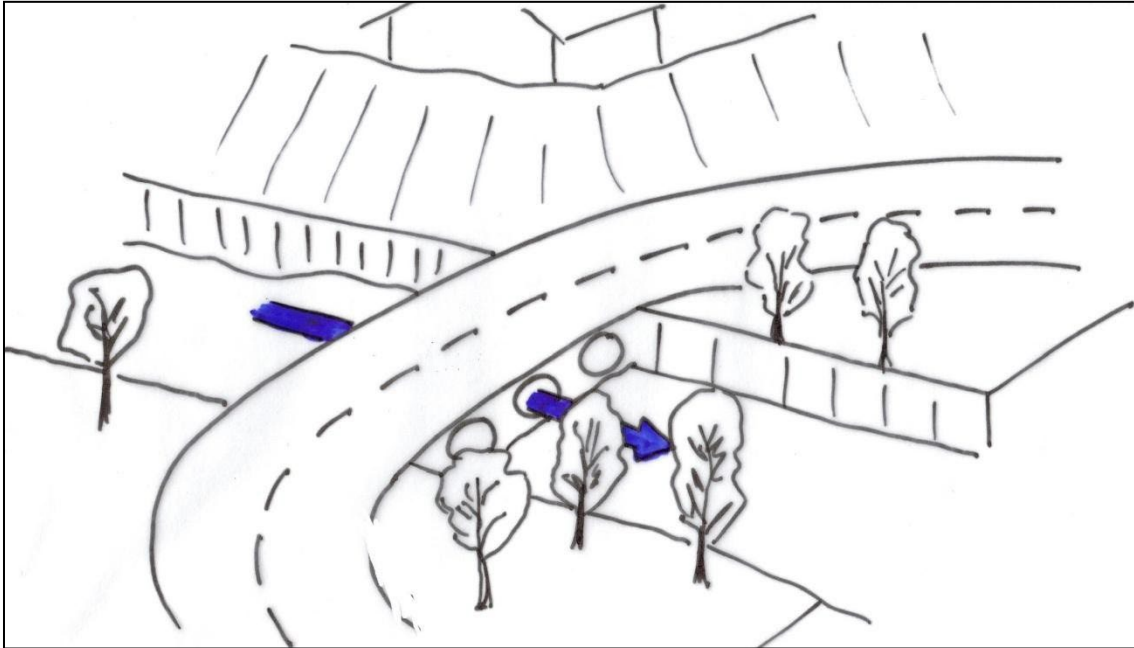


Figura 56. Esquema elaborat pels autors.

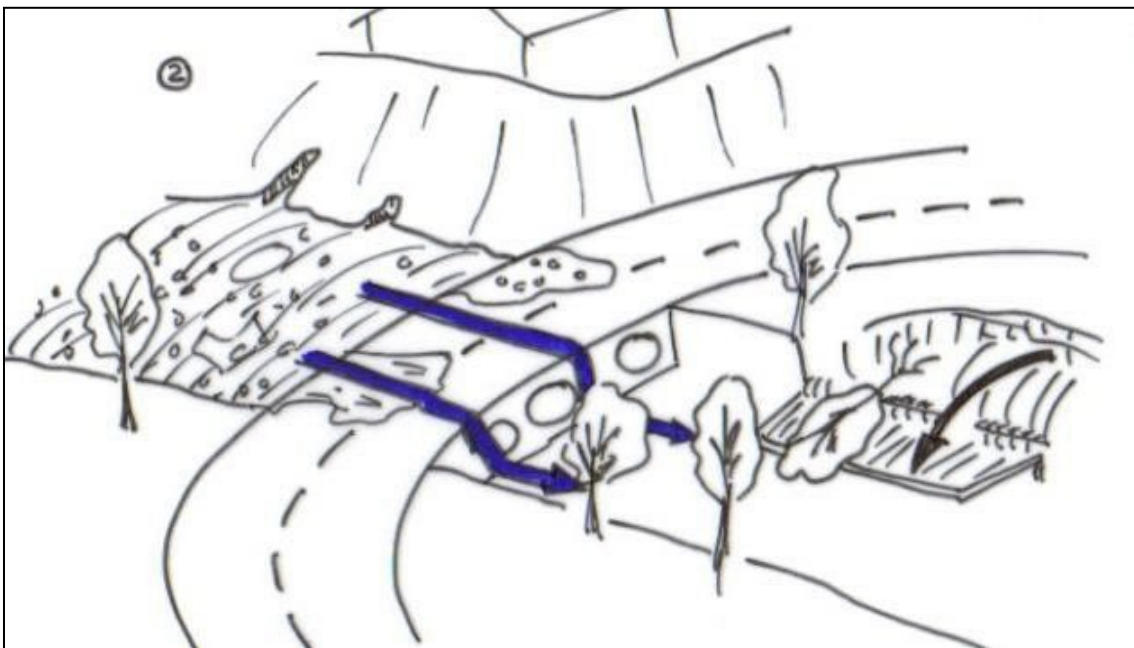


Figura 57. Esquema elaborat pels autors.

D) S'observen "marques" a un costat i l'altre de la llera que indiquen el nivell antic de colmatació.

E) Avantatges pont: no reté sediments i, per tant, no es colmata la llera i no caldria fer actuacions de manteniment.

Avantatges gual: en cas d'una gran avinguda els sediments i/o altres objectes (arbres, còdols molt grossos ...) passarien per sobre i no quedarien retinguts.

Riscos: si el forat (pas) inferior del pont no és prou ample, en cas d'una gran avinguda els sediments i/o altres objectes (arbres, còdols molt grossos ...) provocarien un "efecte presa", l'aigua i la càrrega que porti s'acumularia fins que se superi l'obstacle que constitueix el pont, normalment de forma violenta.

7.2.3. Observacions sedimentàries. (El punt d'observació seria aigües avall del gual, a mà dreta) (figura 58)

A) S'observa una granuloclassificació (o granoselecció). Ens indica les successives avingudes que anaven deixant els sediments el costat en forma de petites terrasses.

B) Sí. S'observen indicis d'imbricació. Ens indiquen la direcció del flux preferent.

C) No, són molt heterogenis de composició. Es podrien identificar fins a 6 litologies diferents (fragments de quars blanc, pissarres). Es deixa a criteri de professor aprofundir en aquest aspecte.

D) Sí, és fàcil agafar-ne un. El talús no està consolidat.

E) A determinades alçades del talús, aquest es troba més enfonsat formant na mena de baumes. Aquí l'erosió ha estat més intensa perquè el material són més tous i fins.



Figura 58. Imatge fotogràfica del talús feta pels autors.

7.2.4. Observació d'un aflorament. (El punt d'observació torna a ser aigües amunt del gual)

A) No. Els fragments (sediments, clasts ...) estan fortament units entre ells i a una matriu. És un conglomerat (o Rudita). Es deixa a criteri de professor aprofundir en aquest aspecte.

B) No.

C) En general sí.

D) Sí. 80-90 %. L'arrodoniment, però, depèn de la litologia dels còdols.

E) Els mateixos fragments (còdols) però desenganxats, formant sediments en terrasses o a la llera de la riera.

G) No són contemporanis. Els materials del talús són molt recents i no estan consolidats, pertanyen a les avingudes recents de la riera.

Els conglomerats són més antics perquè estan molt consolidats.

H) Els conglomerats de La Mola són l'àrea font de tot el sistema de la riera. La seva erosió aporta els sediments que la riera arrossega. El talús aigües avall del gual n'és un exemple.

7.3. Tercera parada. Terrassa - 2 (Pont de l'Avinguda de Béjar)

7.3.1. Orientació i localització en el mapa (figura 59)

Marca la localització d'aquesta tercera parada al mapa núm. 3

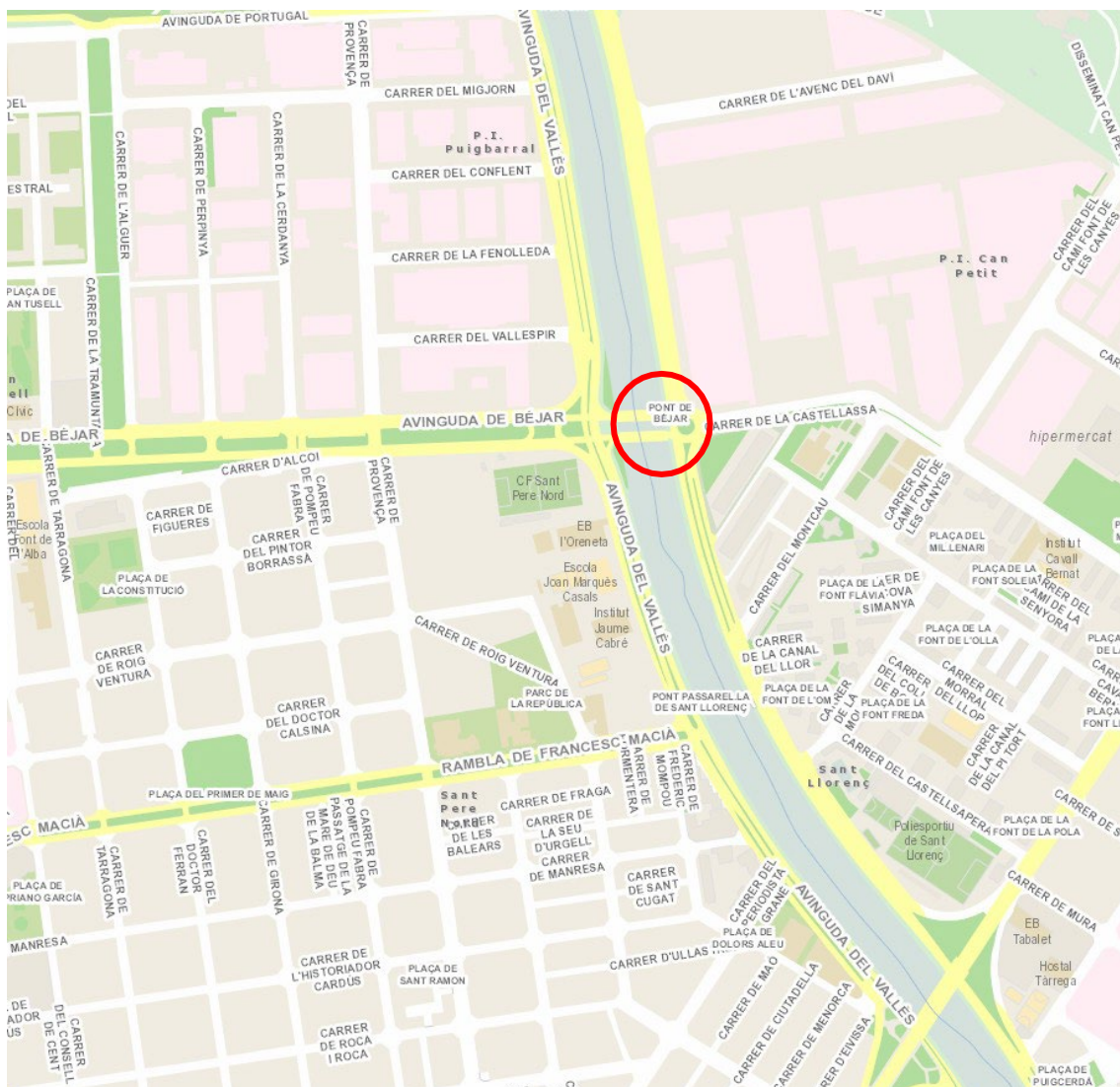


Figura 59. Mapa de Terrassa adaptat pels autors (<http://emap.terrassa.cat/mapGIS/?modul=GC>)

7.3.2. Determinació de la cota

350 m.

7.3.3. Anàlisi de riscos

A) (figura 60)

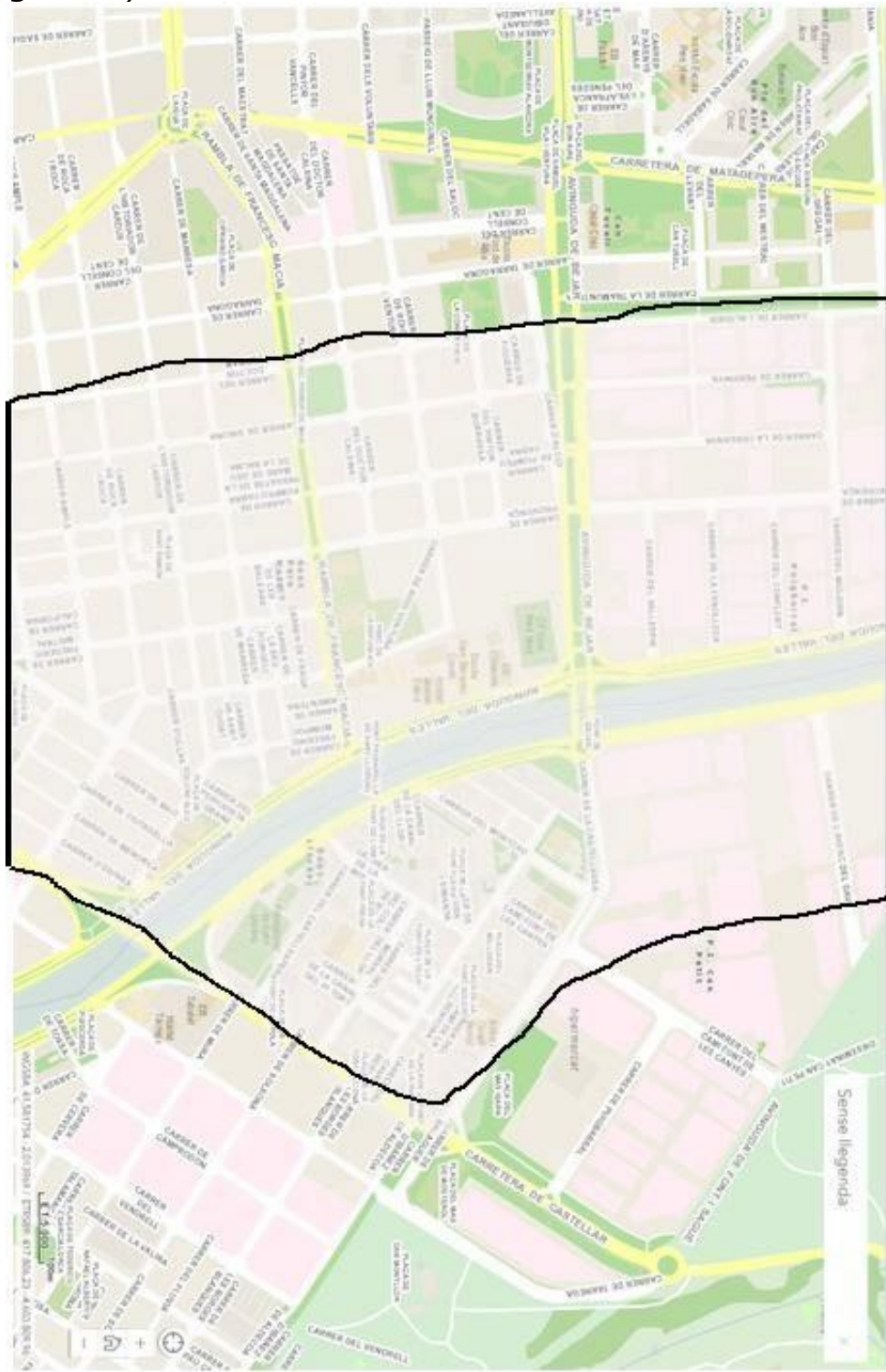


Figura 60. Mapa de Terrassa adaptat pels autors (<http://emap.terrasa.cat/mapGIS/?modul=GC>)

B) 12,5 cm → a escala 1:5000 → 62.500 cm = 625 metres d'amplada

7.4. Quarta parada. Terrassa - 3 (centre comercial i pont FFCC)

7.4.1. Orientació i localització en el mapa (figura 61)

Marca la localització d'aquesta quarta parada al mapa núm. 6

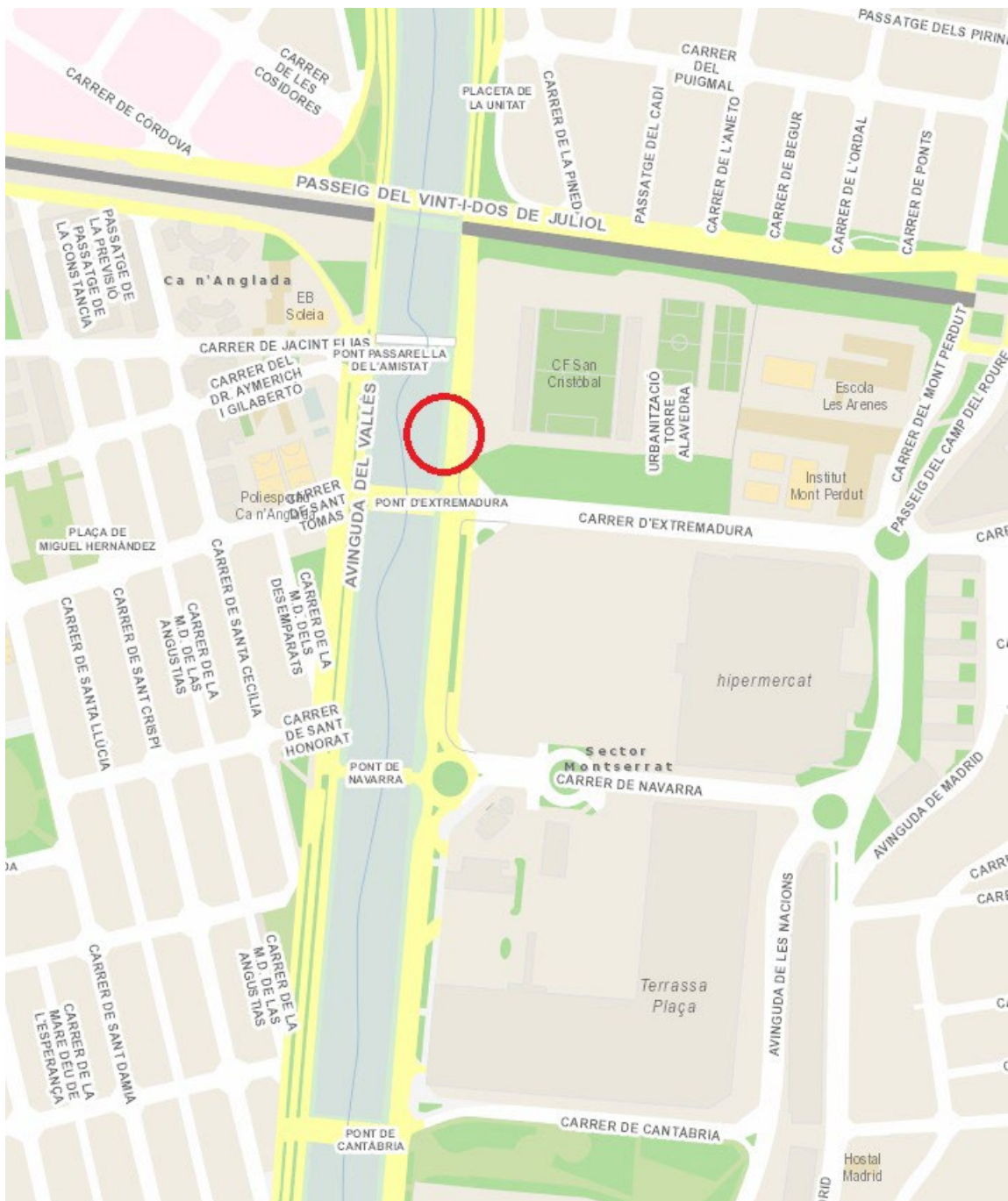


Figura 61. Mapa de Terrassa adaptat pels autors (<http://emap.terrassa.cat/mapGIS/?modul=GC>).

7.4.2. Observació de la llera a l'alçada del pont del ferrocarril

A) Hi ha un sol pilar del pont al mig, recolzat a l'assut perpendicular a la llera. L'assut travessa tota la llera i és recte.

B) Tant l'assut com el pilar central del pont, en cas d'una avinguda, distribuïrien l'aigua a banda i banda disminuint la seva força erosiva, ja que es busca l'efecte de "laminar" la massa d'aigua. En tot cas, l'erosió hídrica es traslladaria aigües avall i als laterals (segons el moment de la visita es pot observa aquesta erosió).

En qualsevol cas, es fa difícil que els pilars del pont arribin a descalçar-se per erosió de la seva base.

7.4.3. Assut perpendicular

A) Aquests no són perpendiculars sinó que estan disposats obliquament a la llera. La seva funció és diferent a la dels primers (laminació) ja que aquests el que pretenen és conduir l'aigua per tal que circuli pel centre

B) No. Després de l'assut hi ha erosió i podrien descalçar els pilars del pont.

C) S'observa la base d'un antic pilar d'un pont. Correspon al pont del ferrocarril que se'l va emportar la riuada de l'any 1962.

D) S'observen uns ferros retorçats. La direcció en la qual estan retorçats ens indica la direcció de la riuada (aigua, fang o blocs).

Aclariments pel professor:

El pont de la RENFE a l'any 1962 no era exactament com el que tenim ara, era un pont típic amb ulls que sovint era utilitzat pels terrassencs com abocador de runa.

Aquesta runa abocada va fer que el dia de la riuada el pont quedés pràcticament tapat impedit el pas de l'aigua que no va tenir altre camí que passar per sobre amb el consegüent desbordament.

7.4.4. Contrapendents als marges de la Riera

A) El pàrquing sembla estar a una cota inferior. Si l'aigua sobrepassa la canalització s'inundaria.

B) El barri sembla estar a una cota inferior. Si l'aigua sobrepassa la canalització s'inundaria.

C) L'elevació del carrer i el contrapendent no semblen naturals. En el cas del pàrquing és on sembla més evident l'acció humana terraplenant aquest espai.

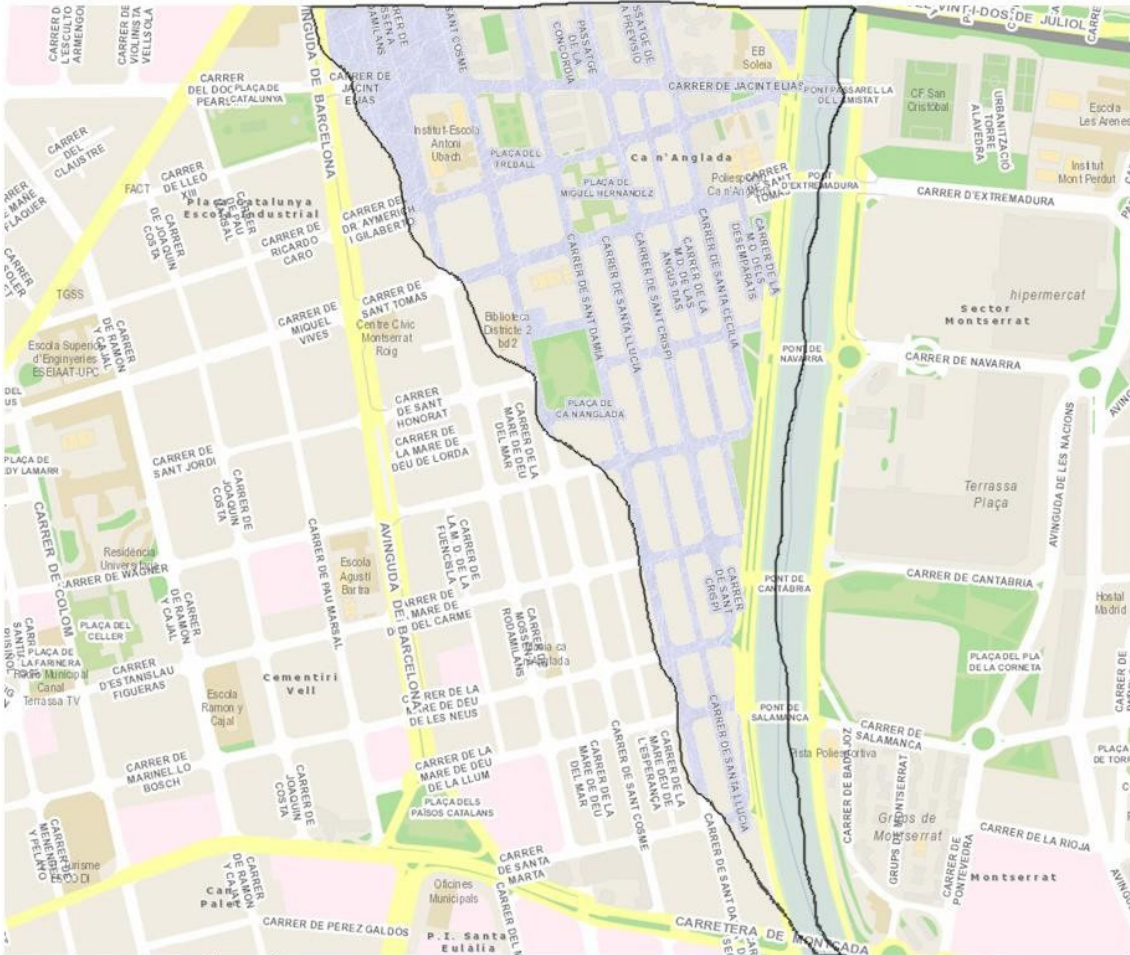


Figura 63. Mapa de Terrassa adaptat pels autors (<http://emap.terrassa.cat/mapGIS/?modul=GC>).

B) 6,5 cm → a escala 1:5.000 → 32.500 cm = **325 metres d'amplada**

C) L'amplada màxima és menor. Les possibles causes d'aquest estretament en el desbordament podrien ser que, pel marge esquerra, les aigües es deuriereu obligades a seguir la llera (de manera aproximada).

D) El camp de futbol de Ca n'Anglada es troba dalt d'un petit turó que, encara que avui en dia es trobi enjardinat, es correspon a una de les antigues terrasses sedimentàries de la Riera. Molt probablement aquesta terrassa es perllongava aigües avall en el que avui dia és el pàrquing del centre comercial, així com el centre comercial que hi ha encara més avall. L'any de la inundació, aquesta terrassa va canalitzar les aigües obligant a desbordar-se pel marge dret (barri de Ca n'Anglada).

E) Els terrenys s'han terraplenat per a construir el pàrquing del centre comercial i els centres comercials de la zona.

F) Sí. Tal com es va veure a l'apartat 4.4. de la quarta parada, en el cas que la Riera es desbordés en aquest sector, aquests contrapendents exposarien tota aquesta zona als efectes de les eventuals inundacions.

7.5. Cinquena parada. Terrassa - 4 (al costat de la benzinera)

7.5.1. Orientació i localització en el mapa (figura 64)

Marca la localització d'aquesta cinquena parada al mapa núm. 9 de la pàgina següent.

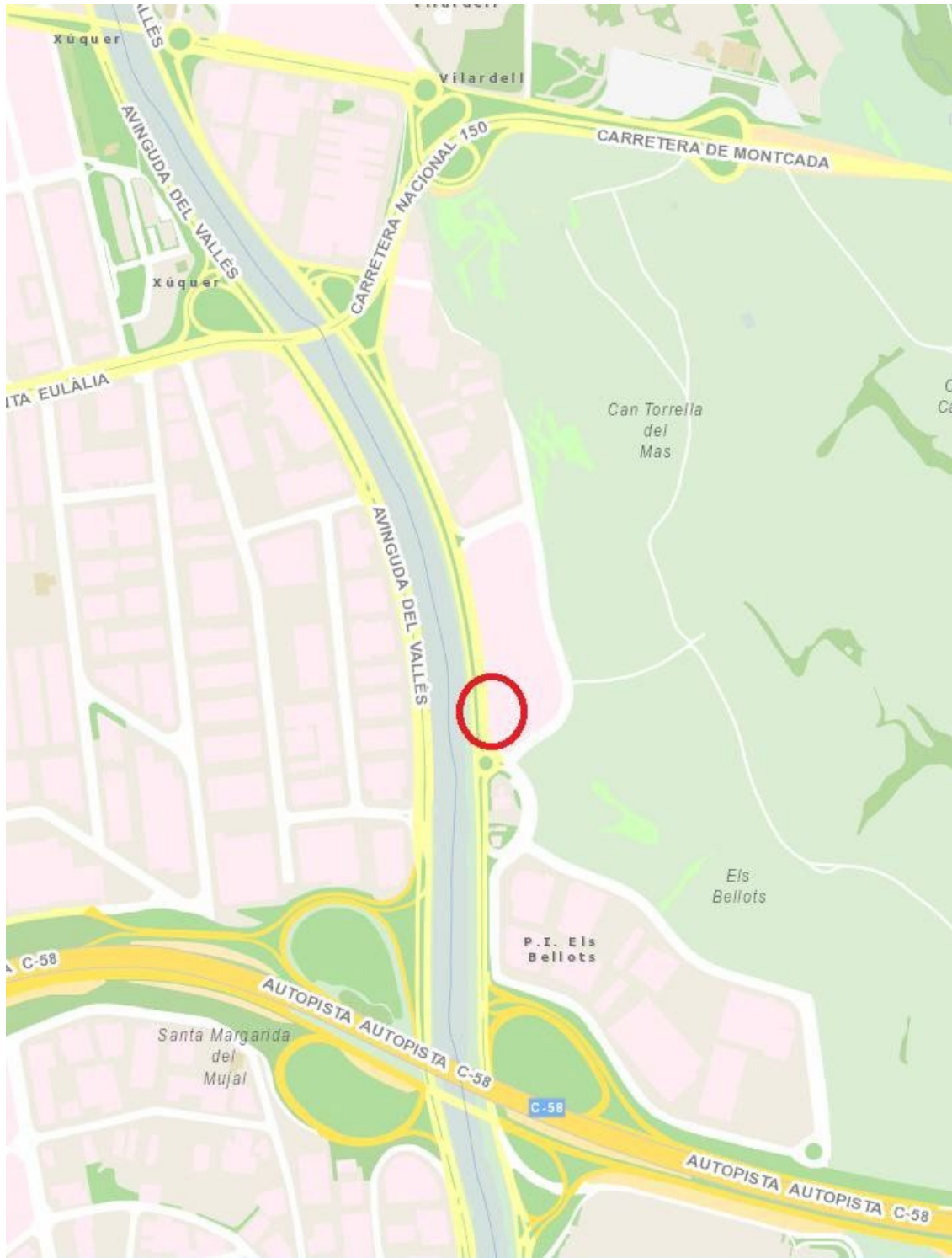


Figura 64. Mapa de Terrassa adaptat pels autors (<http://emap.terrassa.cat/mapGIS/?modul=GC>)

7.5.2. Observació de la llera (cal baixar a la llera)

A-1) Predomina la sorra, seguit de còdols, blocs i llim.

A-2) De manera força anàrquica. En funció de la data de la visita, podem trobar als marges llim, còdols petits i grava, i al mig sorra i còdols o blocs més grans.

A-3) La majoria són de procedència natural (sediments arrossegats per la riera), però hi ha un cert percentatge de fragments artificials (restes de murs, assuts, etc.).

A-4) Predominen els còdols arrodonits heteromètrics.

Provenen de l'erosió del massís de la Mola, (Parc Natural de St. Llorenç del Munt) que és la seva àrea font.

El còdols són de quars, pissarra, calcària i conglomerats (similars als de l'aflorament de la parada 2).

Cal explicar que el torrent no és prou llarg com per arrodonir els fragments. Això vol dir que ja estaven arrodonits a l'àrea font tal com es va veure a l'aflorament de la parada 2.

B) Fluiria (o flueix en el cas que baixi aigua) cap a l'esquerra (mirant des del lloc on hem baixat).

En funció del moment de la visita, es podria observar un canal de flux preferent.

C-1) $l = 50 \text{ m}$ (aprox)

Aquí cada professor pot determinar el grau d'obertura de l'activitat. Es pot portar una cinta mètrica o bé que els alumnes pensin com farien la medició sense ajuda d'aquesta cinta mètrica.

C-2) L'alçada és aproximadament de 3 m (2'20 m de mur original i 0'80 m de recreixement).

Es van construir per canalitzar la riera i evitar que, en moments d'aiguats importants, es produeixin desbordaments laterals i ocasionin desastres.

C-3) El mur del marge esquerra és més alt.

C-4) El traçat de la canalització no és recte en aquest tram, fa un meandre amb la part convexa al marge esquerra, que és on s'han recrescut els murs. Aquest recreixement es va fer en veure que els murs eren insuficients durant els aiguats de l'any 1971.

C-5) $50 \text{ m} * 3 \text{ m} = 150 \text{ metres quadrats}$ aproximadament.

C-6) Cota del punt d'observació: 240 metres (aprox).

7.5.3. Assuts, rescloses o murs perpendiculars

A) Els assuts tenen la funció de reduir el pendent del tram per disminuir la velocitat de l'aigua.

Aquest tipus d'assuts transversals o perpendiculars a la direcció del corrent tenen com a principal funció laminar l'aigua disminuint així la seva força erosiva.

B) (figura 65)

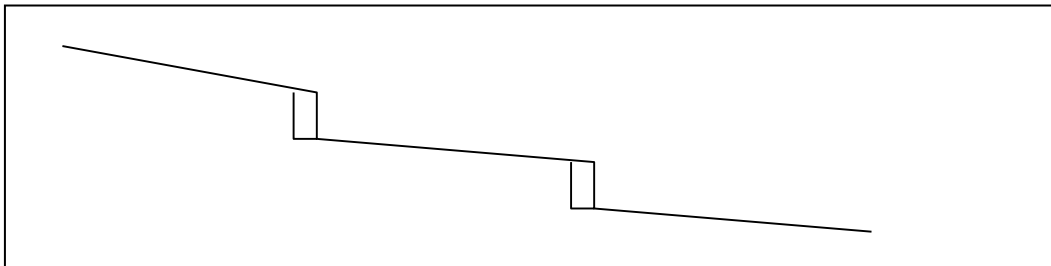


Figura 65. Esquema elaborat pels autors (*Escala vertical exagerada*)

C-1) immediatament després s'observen grans blocs de sediments. Immediatament abans, els sediments són molt fins, tipus sorra o llim.

C-2) Seria d'esperar blocs més grans abans de l'assut, ja que l'aigua perd força i els deixaria anar. Això és el que passaria en "fluxos normals", durant els quals la riera va deixant la càrrega més pesada (grans blocs) aigües amunt, i els sediments més fins aigües avall (llim, sorra i alguns còdols).

Aquesta riera, en canvi, no és comporta com un curs d'aigua "normal" com ho podria ser qualsevol riu. En moments d'un gran cabal per una gran avinguda, l'aigua té prou velocitat com per arrossegar els grans blocs molts quilòmetres aigües avall. I en aquest punt acaben per superar l'assut acumulant-se en la seva base.

Nota pel professor: ens hem de fixar només en els sediments d'origen natural; és probable trobar fragments de ciment, esculleres, etc.... que no són naturals.

Nota per al professor: l'aigua sola podria no tenir prou força, per la qual cosa és bastant probable que en aquestes gran avingudes haguem de parlar d'un "flux hiperconcentrat".

C-3) Com que l'aigua, en el moment del salt ha perdut la major part de la càrrega que portava, té més força erosiva. Aquesta força erosiva de l'aigua i/o dels blocs arrossegats en les grans avingudes erosionen i descalcen el mur.

C-4) Com que el pilar central del ferrocarril distribuïa l'aigua i la càrrega a banda i banda de la llera, l'efecte erosiu en cas d'una avinguda quedava distribuït als laterals, que es on es podrien observar (parada 4) alguns indicis de blocs grans i erosió hídrica.

8. SOLUCIONARI ACTIVITATS D'AMPLIACIÓ POSTERIOR A LA SORTIDA

8.1. Estudi del mapa d'inundacions de l'any 1962 (figura 66)

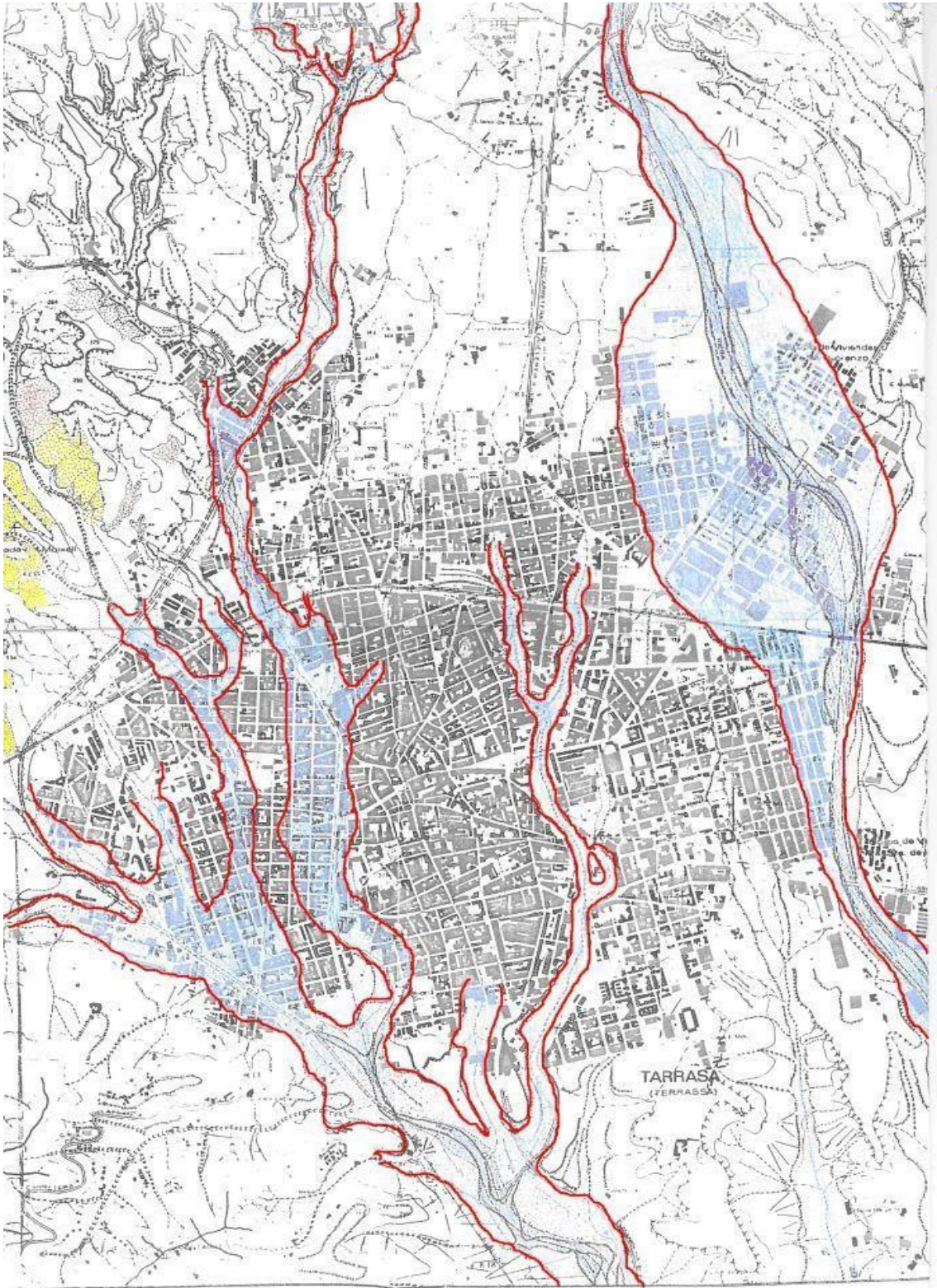


Figura 66. Mapa adaptat de "Caracterización geotécnica de los terrenos situados en el Llano de Terrassa y alrededores (Vallés Occidental, Barcelona)" (28 de septiembre de 1988).

A) (figura 67)

Riera de les Arenes: Sant Llorenç, Sant Pere Nord, Égara, Can Anglada (parcial).

Riera de Palau (ara desviada en un nou traçat): La Maurina, Ca n'Aurell, La Cogullada.

Altres rieres que eren (i són) carrers: Centre.



Figura 67. Mapa dels barris de Terrassa. Font: <https://monterassa.cat/>

B) La forma és molt ampla al principi i estreta aigües avall.

8.2. Estudi del model de creixement urbà de Terrassa

A) De manera longitudinal, sense interrompre el pas dels rius i rieres.

B) Probablement sí. No hi haurien habitatges tan a prop de les zones inundables.

8.3. Càlcul de cabals a partir de dades preses a la sortida (figura 68)

A) Exemple: $3 \text{ m} \times 50 \text{ m} = 150 \text{ m}^2$

B) Exemple: núm. De Manning = 20 (llera canalitzada amb el llit de sorra, llim o grava, i coberta parcialment de vegetació)

C) Exemple: $R = 150 \text{ m}^2 / (50 + 3 \times 2) \text{ m} = 150 / 56 = 2,67857 \text{ m}$

D) Exemple: $H \text{ màx} = \text{pont de Béjar (parada núm. 3) (350 m)}$

$H \text{ mín} = \text{benzinera (parada núm.5) (250 m)}$

$L = 3.820 \text{ m}$

$J = (350 - 237) / 3.820 = 0,02958$

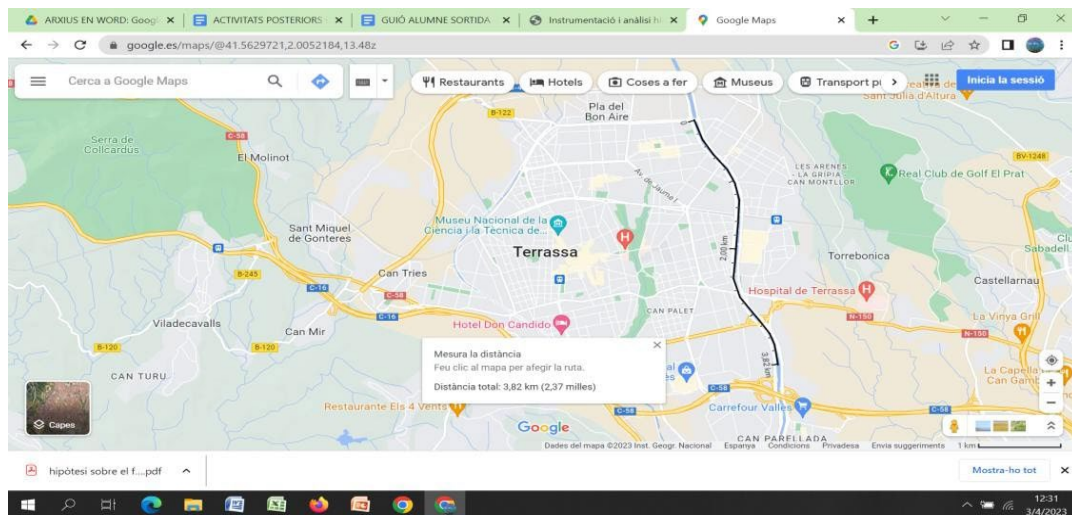


Figura 68. Adaptat a partir de *Google maps*.

E) Exemple:

$$V = 20 \times (2,67857)^{2/3} \times (0,02958)^{1/2} = 20 \times 1,92871 \times 0,17198 = 6,6339 \text{ m/s}$$

S'ha de tenir en compte que aquest càlcul teòric s'ha fet suposant una velocitat inicial igual a zero a l'inici del canal (cota superior). Però aquesta situació no es correspon amb la realitat, ja que a l'inici del recorregut l'aigua ja té una certa velocitat, i per tant el càlcul correspon més aviat a l'increment de velocitat que es produeix entre dos punts.

F)

F-1-)

2 minuts i 15,99 s són 135,99 s

$V \text{ mitjana} = 1000 \text{ m} / 135,99 \text{ s} = 7,353 \text{ m/s}$

F-2-) per exemple: 3 minuts i mig (= 210 s)

V mitjana = $1000 \text{ m} / 210 \text{ s} = 4,76 \text{ m/s}$

F-3-) La velocitat calculada per a l'aigua és molt alta, sobretot si es té en compte la velocitat a la que ens movem les persones normalment. Aquest fet ens mostra que era difícil en el moment de la riuada intentar evitar l'aigua. A més, hem de tenir en compte que en situacions de riuada, l'aigua transporta altres elements (roques, vegetació, etc.) que també dificulten el fet de sortir-ne en cas que ens hagi atrapat l'aigua.

G) Exemple: $Q = S \times V = 150 \text{ m}^2 \times 6,6339 \text{ m/s} = 995,085 \text{ m}^3/\text{s}$ (995.085 L/s)

8.4. Intensitat màxima de pluja continuada que suporta la canalització (figura 69)

A) Per exemple: $28,16 \text{ km}^2 = 2,816 \cdot 10^7 \text{ m}^2$

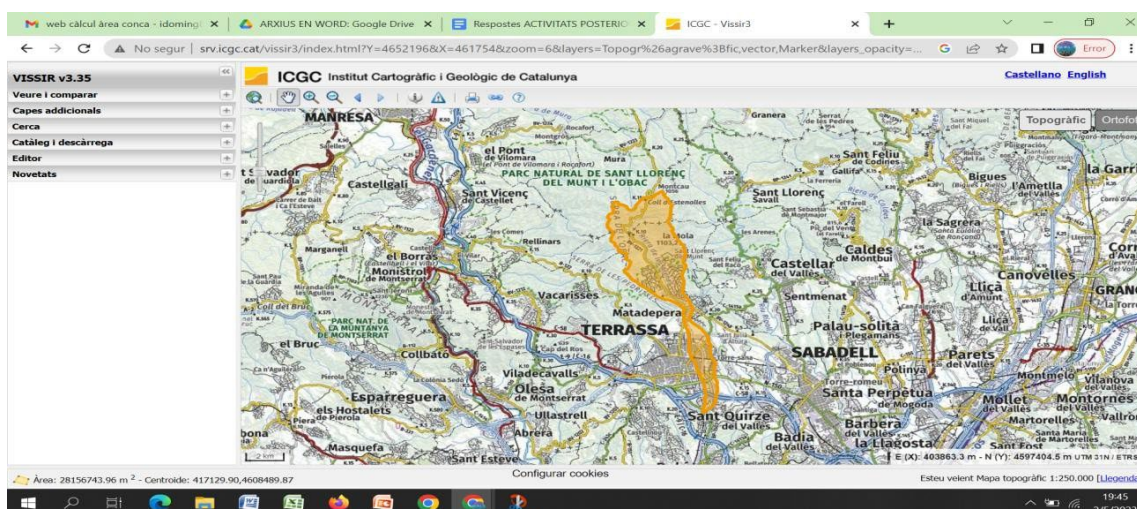


Figura 69. Adaptat a partir del mapa de l'ICGC.

En el visor es pot triar entre mapa topogràfic i ortofotomapa. En l'opció d'ortofotomapa hi ha opció de veure el mapa actual o el d'anys anteriors.

Una altra opció, de manera especial com a informació per al docent, és utilitzar l'aplicació web <https://mghydro.com/watersheds/?s=08#close>

B) Exemple: $Q = 995,085 \text{ m}^3/\text{s} = 995.085 \text{ L/s} = 9,95085 \cdot 10^5 \text{ L/s}$

$I = (9,95085 \cdot 10^5 \text{ L/s}) / (2,816 \cdot 10^7 \text{ m}^2) = 0,0353368253 \text{ L/m}^2 \cdot \text{s} \rightarrow \times 3.600 \rightarrow =$
 $= 127,2125 \text{ L/m}^2 \cdot \text{hora}$

Aquest resultat és tan sols una aproximació, caldria fer dues importants correccions:

1a: no a tota la conca plou amb la mateixa intensitat i de manera tan continuada.

2a: caldria veure la infiltració de l'aigua caiguda.

C) $127,2125 \text{ L/m}^2 \cdot \text{hora} \times 24 \text{ h/dia} = 3.053,1 \text{ L/m}^2 \cdot \text{dia}$. Això és el que hauria de ploure per desbordar la canalització. Supera amb escreix les dades de la taula i, per tant, es podria considerar que el període de retornés de molts milers d'anys.

Però el problema són els aiguats torrencials que, en menys d'una hora, poden descarregar molt més de $127,2125 \text{ L/m}^2$ en una hora.

A l'activitat prèvia es narra que "entre les nou i les dotze de la nit va caure un terrible aiguat de 225 litres per m^2 en dues hores".

I al pluviògraf de Sabadell (activitat prèvia 3), segurament allunyat de la zona de màxima descàrrega de precipitació, es registraren més de 100 L/m^2 en aquestes dues hores.

8.5. Transport de materials durant la inundació

A) Velocitat de l'aigua (aproximació segons càlculs del punt 3.5): $6,6339 \text{ m/s}$ que en cm/s serien $663,39 \text{ cm/s}$

Amb aquesta velocitat, la corrent d'aigua podia erosionar i transportar, és a dir arrencar, qualsevol mida de materials, des d'argiles a graves.

B)

	ARGILES	LLIMS
velocitat d'erosió i transport	80 cm/s	20 cm/s
velocitat sedimentació	<0,1 cm/s	<0,4 cm/s

Primerament, l'elevada velocitat de l'aigua a la capçalera -més pendent- deuria permetre l'erosió i transport de materials de diferents mides. A mesura que la pendent disminuïa, també ho feia la velocitat de la riuada, fet que va permetre la sedimentació, primer dels materials més grans i després dels més fins, com els llims i argiles. En el cas d'aquestes últimes, l'aigua necessita estar pràcticament aturada per tal que es puguin sedimentar.

Segons la narració dels testimonis i les imatges posteriors, la gran quantitat de fang (argila i aigua) certifica la mobilització, aigües amunt, de grans quantitats d'aquests materials més fins i, potser, no tant dels més grollers (sorra i graves).

Nota professorat: recalcar com la corba al diagrama de Hulström indica que les argiles necessiten d'una velocitat més elevada que els llims per ser arrossegades -erosionades i transportades-, a pesar de tenir un diàmetre més petit. Recordar que les argiles tenen càrregues elèctriques residuals, i que per l'efecte d'aquesta repulsió electroestàtica no es dipositen amb velocitats baixes de la corrent que les transporta.

C) En un **flux hiperconcentrat**, les partícules que estan suspeses a l'aigua, van xocant unes contra les altres, no estan unides. La velocitat de l'aigua permet el transport de molts materials i partícules i fa que el fluid se sature. Tot això fa que el **pes específic i la viscositat** d'aquesta massa fluida sigui més gran que en un flux ordinari d'aigua. Aquest flux hiperconcentrat tindrà una **densitat mitjana major que la de l'aigua sola**, i així considerant-lo com un fluid, **transfereix més moment**.

El moviment i transport de materials de mida gran es deu a les col·lisions d'aquestes partícules i blocs, cosa que provoca la transferència del moment entre elles, i, a més velocitat o més massa, més moment i energia. Si en algun moment aquest fluid es troba amb un obstacle, el fluid es frenarà, i tot el moment i energia que contenia inicialment es transfereix a l'obstacle en forma de **pressió**. Això pot provocar la destrucció de parets, ponts, etc. (Recordar la definició de moment: La **quantitat de moviment** o **moment lineal (p)** d'un cos és el producte de la seva massa per la seva velocitat mesurades en un determinat sistema de referència. Les seves unitats són $\text{kg}\cdot\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ o, també, $\text{N}\cdot\text{s}$.; en un fluid, el moment específic (per unitat de volum) és **densitat . velocitat**).

Així doncs, la causa principal dels danys és definida per les partícules. Tant les partícules grans com les petites es mouen més o menys a la mateixa velocitat, ja que es veuen arrossegades pel flux uniforme de l'aigua. De mitjana, hi haurà moltes més partícules petites que grans. Les petites, tot i tenir menys moment que les grans (pel fet que tenen menor massa) col·lidiran de manera molt més freqüent amb els obstacles. Això pot transferir moment a altres petites partícules de l'obstacle arribant-les a

arrancar: **erosió**. Les partícules grans, en canvi, portaran molta més energia i moment. En aquest cas, en transferir la seva energia i moment als obstacles, directament poden provocar trencaments a aquests, arrencant parts d'aquests o provocant **fissures**.

Tots aquests factors, l'**erosió** que va emportant-se material, l'aparició de **fissures i trencaments** als obstacles, i l'augment de la **pressió** aplicada a aquests, actuen conjuntament de manera molt eficient per arribar a provocar danys molt greus a estructures, edificacions o al mateix terreny.

9. BIBLIOGRAFIA I WEBGRAFIA

9.1. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA I PER SABER-NE MÉS

Arche, A. (1992). *Sedimentologia (Vol. 1)*. Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

Arisó, A. (1987). *El medi i l'home a Terrassa*. Institut Municipal per a la salut i la qualitat de vida (IMSAV), Servei de Medi Ambient de l'Ajuntament de Terrassa.

Ayala Carcedo, F.J., Olcina Cantos, J., Laín Huerta, L., González Jiménez, A. (2006). *Riesgos naturales y desarrollo sostenible. Impacto, predicción y mitigación*. Instituto Geológico y Minero de España. Serie: Medio ambiente. Riesgos geológicos, 10.

Custodio Gimena, E., Galofré Torredemer, A., Madrigal, J. L., Martín Arnaiz, M. (1966). *Estudio de los recursos hidráulicos totales de las cuencas de los ríos Besós y bajo Llobregat*. Comisaría de Aguas del Pirineo Oriental. Arxiu Històric Comarcal de Sant Feliu de Llobregat.

De Mas i Canals, D. (1989). *El relleu del Vallès Occidental: l'evolució geomorfològica quaternària del Vallès occidental*. Institut d'Estudis Catalans. Disponible en línia a: <https://bit.ly/3IOtoFL>

Elías, J. (1934). *Geologia de los alrededores de Terrassa*. Ayuntamiento de Terrassa. Talleres gráficos Flotats.

Fontboté, J.M. (1954). *Sobre la evolución tectónica de la depresión Vallés-Penedés*. Ed. Arrahona. Sabadell.

Guimerà, J., Serrat, D. (eds.) 1992. *Geologia (II). Història Natural dels Països Catalans*, 2. Enciclopèdia Catalana. Barcelona. 548 p. + 1 mapa.

Lecce, S. (1990). *The alluvial fan problem*. Arizona State University. Disponible en línia a: <https://bit.ly/42i40Pt>

Linares, R. (1988). *Caracterización geotécnica de los terrenos situados en el Llano de Terrassa y alrededores (Vallés Occidental, Barcelona)*. Tesina de Licenciatura del 28 de septiembre de 1988.

Llasat, M.C. (1991). *Gota fría*. Boixareu Universitaria coop. Barcelona.

Llasat, M.C. (1989). Influencia de la orografía y de la inestabilidad convectiva en la distribución espacial de lluvias extremas en Catalunya. *Acta Geológica Hispànica*, 44, 61-71.

Llicència oberta *Creative Commons* de l'UPC. *Moviments de massa. Els corrents d'arrossegalls*. <https://bit.ly/3MNrpCP>

Itinerari geoambiental I: Dinàmica fluviotorrencial de la riera de les Arenes. IDP-ICE UB
Maestro i Maideu E. (1987). *Estratigrafia i fàcies del complex deltaic (fan delta) de Sant Llorenç del Munt (Eocè mig-superior. Catalunya)*. Tesis doctorals de la Universitat Autònoma de Barcelona. Publicacions de la Universitat Autònoma de Barcelona.

Manassero, M. (1997). *Sedimentology of the upper cretaceous red beds of Angostura Colorado formation in the western sector of the Northpatagonian Massif, Argentina*. Disponible en línia al web de ScienceDirect: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0895981197000072>

Martín Vide, J., Niñerola Chifioni, D., Gómez Navarro, L. *Instrumentació i anàlisi hidrològica de la Conca de la Riera de les Arenes*. Disponible en línia a: <https://bit.ly/45JUXK3>

Martín Vide, J. (1984). *Interpretación de los mapas del tiempo*. Colección Amplia, Ketres editora. Barcelona.

Martín Vide, J. (1985). *Pluges i inundacions a la Mediterrània*. Col·lecció Ventall, Ketres editora. Barcelona.

Oms, O. (Ed.), Climent i Costa, F. (Ed.), González Díaz, M. (Ed.) (2016). *Excursiones geológicas por la Cataluña Central: XIX Simposio sobre Enseñanza de la Geología*. Manresa. Disponible en línia a: <https://bit.ly/3N8sm9W>

Pallí, Ll., Roqué, C., Brusi, D. (2002). Geologia de Girona. 9 Itineraris de camp. *Actes del XII Simposio sobre Enseñanza de la Geologia*, 9-26. <https://www.raco.cat/index.php/RevistaGirona/article/download/95077/151828>

Pérez y De Pedro, P. (2002). *La conca alta de la riera de les Arenes: hipòtesi sobre el funcionament hídic*. V Trobada d'Estudiosos de Sant Llorenç del Munt i l'Obac. Monografies, 35. Barcelona. Disponible en línia a: <https://bit.ly/3WNfB8i>

Ramon Micó, R. (2014). *Avaluació de la susceptibilitat per fluxos torrencials al vessant nord de la serra del Cadí*. Presentació Prezzi a: <https://bit.ly/3qjPPw4>

Reija Garrido, A. (1963). *Análisis de las causas meteorológicas que motivaron la avenida que tuvo lugar en septiembre de 1962, sobre la comarca del Vallés*. <https://bit.ly/3OHIPmW>

Rosell i Sanuy, J. (2014). *Gestació i naixement de la serra del Montsec*. Gasineu edicions. Tremp.

Rosell Sanuy, J. (2002). *Itinerari geològic El Figueró-Montmany-Coll d'en Tripeta*. Col·lecció Dialogant amb les pedres núm. 10. Universitat de Girona. Servei de Publicacions.

Rosell Sanuy, J., Obrador, A., Robles Orozco, S., Pallí i Buxó, L. (1973).

Itinerari geoambiental I: Dinàmica fluviotorrencial de la riera de les Arenes. IDP-ICE UB
Sedimentologia del Mioceno del Vallés occidental (prov. de Barcelona). *Acta Geològica Hispànica*, VIII, 25-29.

Sanz, M. (1983). *El Ripoll i les seves avingudes*. Col·legi Oficial de Llicenciats i Doctors de Catalunya i Balears. Sabadell.

Camps i Fernández, F.X., Saurí, D. (coord.). (1997). Les inundacions. *Quaderns d'ecologia aplicada*, 14. Diputació de Barcelona (Àrea de Medi Ambient).

Vera, J.A. (2004). *Geologia de España*. Instituto Geológico y Minero de España.

Web de difusió del programa d'activitats i recerca engegat per institucions, entitats i habitants dels municipis afectats: Cerdanyola del Vallès, Montcada i Reixac, Ripollet, Rubí, Terrassa i Sabadell. La nit tràgica. <https://lanittragica.wordpress.com/>

Web de l'Ajuntament de Terrassa. Mapes actuals i històrics, ortofotomapes i mapes temàtics de Terrassa. <https://bit.ly/3qpeYoZ>

Web de l'Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya. Atlas geològic de Catalunya. <https://bit.ly/3C72WU3>

Web de la Diputació de Barcelona. Parcs de Catalunya. Xarxa de Parcs Naturals. Publicacions i estudis sobre el Parc Natural de Sant Llorenç del Munt i l'Obac. <https://bit.ly/3ISyReB>

Web de la Diputació de Barcelona. Parcs de Catalunya. Xarxa de Parcs Naturals. Situació geogràfico-geològica del Parc Natural de Sant Llorenç del Munt i l'Obac. <https://bit.ly/42jEJVI>

Web de la Direcció General del Medi Natural (Generalitat de Catalunya). Inventari d'espais d'interès geològic. Fitxa descriptiva de la geozona 223: Sant Llorenç del Munt i l'Obac. <https://bit.ly/3ILCPG4>

Web de Meteored (tiempo.com). Las inundaciones de Cataluña del 25 de septiembre de 1962. <https://bit.ly/3N6Vizt>

Web del National Geographic. Secció Educació. Article Ventall Al·luvial. <https://bit.ly/3WLnzyC>

Web "El medi natural del Bages". La història geològica. <https://bit.ly/43C3qND>

Web "Records de Terrassa (recull de vivències i records de la ciutat de Terrassa)". Riuades 1962. <https://bit.ly/3C2Aa6O>

Web de ScienceDirect. Publicacions de la secció Ciències de la Terra i Planetàries. <https://www.sciencedirect.com>

Web Wikipedia. Diagrama de Hjulström.

<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=8258823>

Excursiones geológicas por la Cataluña Central. XIX Simposio sobre Enseñanza de la Geología. Manresa. (2016).

Google maps.

Tesis Doctoral de Eudald Maestro (1987). *Estratigrafia i fàcies del complex deltaic (fan delta) de Sant Llorenç del Munt (Eocè mig-superior)*. Catalunya. UAB.

9.2. IMATGES UTILITZADES EN AQUESTS TREBALL

- Al peu de cada figura s'indica l'autor de la imatge i/o de l'obra.
- Totes la resta d'imatges, esquemes i dibuixos són originals i propietat dels autors. Aquests les cedeixen per al seu ús exclusivament docent. Per qualsevol ús comercial adreçar-se als autors.

10. ANNEXOS

10.1. Imatges fotogràfiques de Ramon Valls Giralt cedides per Jaume Valls Puig (fill)

RECULL DE DANYS





RECONSTRUCCIÓ



10.2. Imatges fotogràfiques de l'arxiu de Miquel Bonet



10.3. Recull d'altres imatges fotogràfiques extretes de la web
<https://recordsdeterrassa.wordpress.com/riuades-1962/>

