

**GJORNÂL FURLAN DES SIENCIS
FRIULIAN JOURNAL OF SCIENCE**

18.2014

Gjornâl Furlan des Siencis / Friulian Journal of Science

18.2014

Publicazion de SSTeF

Directôr responsabil

Giorgio Cantoni

Directôr scientific

Antonino Morassi

Directôr editoriâl

Stefania Garlatti-Costa

Comitat di redazion

Franco Fari

Alessandro Bachiorrini

Sergio Cecotti

Alessandra Burelli

Francesco Marangon

Logo

Dree Venier

Cuvertine

Paola Sangoi

Stampe

Poligrafiche San Marco, Cormons (Go)

Iscrizion al Tribunâl di Udin n. 6/04 dal 12/02/2004

Cheste publicazion e ven realizade cul finanziament de



REGIONE AUTONOMA
FRIULI VENEZIA GIULIA

Assessorât ae Culture, Sport,
Relaziions internazionâls e comunitariis

SSTeF

Societât Scientifiche e Tecnologicje Furlane

c/o CIRF Centri Interdipartimentâl pe Ricerce su la culture

e la lenghe dal Friûl

Vie Petracco 6 – 33100 Udin

www.sciencis-par-furlan.net

FORUM 2014

Società Editrice Universitaria Udinese srl

Via Palladio, 8 - 33100 Udine

Tel. 0432.26001 - Fax 0432.296756

www.forumeditrice.it

ISSN 1824-5234



SStEF
Societât Scientifiche
e Tecnologjiche Furlane

GJORNÂL FURLAN DES SIENCIS
FRIULIAN JOURNAL OF SCIENCE

18.2014

FORUM

Tabele

Ricercjis

Caterina A. Rossi		
<i>Neurolinguistiche e cognitivisim animâl</i>	p.	9
<i>Neurolinguistics and animal cognitive science</i>	»	21
Margherita Borsetta, Valentina Cabbai, Daniele Goi		
<i>Implants in codigestion anaerobiche: un câs di studi te</i>		
<i>Province di Udin</i>	»	31
<i>Anaerobic co-digestion plants: a case study in the</i>		
<i>Province of Udine</i>	»	39
Antonino Morassi		
<i>Costruzion esate di trâfs cun carics di ponte predefinîts</i>	»	47
<i>Exact determination of beams with given buckling loads</i>	»	57

Rassegnis

Riccardo Strassoldo		
<i>Viers une terminologie furlane pes voris fuartificadis</i>	»	69
Silla Stel		
<i>La salût des feminis</i>	»	99

Recensions

Giuseppe Corongiu, <i>Il sardo: una lingua "normale"</i> (William Cisilino)	»	107
--	---	-----

ricercjis

Neurolinguistiche e cognitivisim animâl

CATERINA A. ROSSI *

Ristret. L'om cu la evoluzion al à svilupât il lengaç, une des sôs risorsis plui preziosis; in graciis di chel, la riproduzion e je diventade plui ordenade e continuative, e chest al è provât dal fat che la specie umane e domine il planet. Cheste evoluzion nus à diferenziâts in maniere particulâr di chês altris speciis; il lengaç al è il *quid* che nus met intune posizion divierse rispjet a chei altris animâi. Lis speciis animâls, di consequence, a àn une maniere di comunicâ diferente, che l'om al fâs fature a capî e spes ancje a ricognossi. La evoluzion, no vint agjît sul lengaç dai animâi, e podarès vê svilupât in lôr dai sens diviers e une sensibilitât particulâr che tal om a son stâts cidinâts de espansion dal neocerviel¹.

L'animâl di fat, vint un cerviel retilian, vâl a dî vuidât dal istint e di derivazion plui antighe dal neocerviel uman, al à carateristicis intuitivis diviersis di chês umanis, e chest al spiege abilitâts come chês dai cjangs che a sintin fenomens naturâi come i taramots prin che a sucedin.

La neurolinguistiche, traviers di câs particulârs presints te nestre analisi, e tente di indagâ chest lengaç, par capî i siei mecanisims e tornâ, forsît, in relazion cun chel che, par cause de evoluzion, o vin pierdût.

Peraulis clâf. Neurolinguistiche, cognitivisim, lengaç, etologjie.

1. Introduzion. Tal 1872, Charles Darwin al publiche un volum intitulât *La espression des emozions intal om e tai animâi*, indulà che al furnìs une descrizion acurade des emozions, analizant come chestis a movin il sisteme muscolâr, la muse, il cuarp. Darwin al individue sîs espressions: gjonde, maravee, disgust, rabie, pôre e aviliment, condividudis dai oms e dai animâi. In particulâr, il famôs naturalist al puarte une grande varietât di

* Laboratori di Bioingegneria Industriâl, Universitât dal Friûl, Udin, Italie. E-mail: caterina.rossi@uniud.it

esemplis di cemût che i oms e i animâi a esprimin cul lengaç no verbâl, travers des expressions de muse o dai moviments dal cuarp, lis sîs emozions di base.

Cun di plui, al met in evidence che i ats espressîfs (come il rossôr, lis expressions de muse) a son inâts e ereditaris, come che a son lis structuris dal cuarp: caratars trasmetûts e prodots de evoluzion par mieç de selezion naturâl. Lis expressions par Darwin a son determinadis de biologjie, ançe se la culture lis influence in part daûr des usancis de societât indulà che si cjate il sogjet.

In cheste opare, Darwin al pon une atenzion particulâr sul leam jenfri la conformazion muscolâr, il caratar e lis expressions che une muse o un mustic di animâl a puedin esprimi. Daûr des credencis científichis di in chê volte, di fat, la conformazion muscolâr e je spie di ce che un sogjet al è usât a esprimi: une muse dispès inmusonide e sviluparà soledut i muscui che si movin ingrispant lis ceis, dulà che, tal animâl, il caratar al sarà soledut leât al aspjet.

Un studi scomençât tai prins agns Sessante e finît tal 1996 par esauriment dai fonts al somee confermâ cheste osservazion: il sienziât rus Dimitri Belyaev, che nol crodeve te gjenetiche, osservant la difference intal aspjet tra cjan e lôf, al ipotizave che e jere dovude ae selezion operade dal om par otignî caratars comportamentâi miôr, come la docilitât. In particulâr, al ritignive che l'aspjet dai cjans modernis al fos dovût a cambiaments neurochimics e ormonâi che a dipendevin de selezion.

Alore al decît di selezionâ canidis salvadis: al sielç lis bolps. Al parate indenant une selezion di bolps salvadiis di mût che a sedin plui mgnestris, come i cjans. Al selezione lis bolps mancul agressivis, e lis fâs riprodusi. L'esperiment al continue par cuarante gjenerazions di bolps, otignint ae fin un grup di bolps dumiesteadis che a mostravin caratars comportamentâi e fisics diferents des bolps salvadiis.

Chestis bolps a jerin pardabon “amiis” dal om: a lecavin i sperimentadôrs, ju nasavin, a jerin contentis de lôr presince, a cirivin di atirâ la lôr atenzion, a menavin la code par fâur capî i lôr sintiments. Cun di plui, a vevin mancul pôre des personis che no vevin mai viodût, e a mostravin une vore di someancis cui cjans. Si notavin, di fat, cambiaments tes orelis, te code e tal colôr dal mantel, e cambiaments te forme dal cjâf e dai dincj.

Dutis chestis variacions sostanziâls a jerin dovudis so redut a modifichis dal sisteme glandolâr di control de adrenaline che, come tai cjans, e jere mancul presinte.

Tornant a Darwin, o podin riassumi cun trê ponts fundamentâi lis sôs osservacions su lis espressions des emozions.

- 1) E je une ereditarietât tai moviments tipics des speciis, moviments ripetûts dai antenâts, che a vevin une utilitât specifiche e a son jentrâts tal bagai gjenetic de specie ancje se àn pierdût la utilitât (al baste pensâ che il cjan che al vûl durmî suntune superficie dure come un marcjepît, par esempli, al zire ator de zone sielzude: chest parcè che i antenâts dai cjans in cheste maniere a smolavin un tic la tiere prime di poiâsi, e chest compuartament al è restât, come ereditât di un moviment abituâl in principi util).
- 2) Un altri pont e je la antitesi: a un stimol si rispuint in automatic cuntun moviment. Pensait al at di gratâsi: il cjavâl che al è strighiât al à pice, e spes al movarà i dincj, parcè che, par gratâsi, lui si muart.
- 3) In fin, il sisteme gnervôs e muscolâr al à une funzion fundamentâl inte espressivitât, produsint rispuestis involontariis ai stimui.

Su la fonde di chestis regulis darwinianis, doi sienziâts, Paul Ekman e Wallace Friesen, dal 1967 al 1992 a àn puartât indenant une ricercje interculturâl, dulà che al è risultât che lis espressions de muse a son universâls e a restin companis di paîs in paîs, ancje tes regjons plui isoladis dal mont (Ekman e Friesen 1992).

Lis espressions a àn une impostazion neuroculturâl: i impulsis neuronâi inâts, ereditâts par vie gjenetiche, a dan rispuestis adatativis che si puedin ricondusi a lis sîs fameis di emozions individuadis di Darwin, ancje se al pues intervignî un control volontari che al seguìs lis regulis de esibizion culturâl (si fevele di tecnichis di mascarament, intensificazion, de-intensificazion e neutralizazion, che in struc al vûl dî “vê une muse rote”). A esistin, di fat, doi circuits muscolârs che a vuidin lis espressions, e un al è involontari: cussì, ancje se si plate une espression, chê vere si viodarà par 1/25 di secont, e si clamarà “microespression”.

La emozion si pues definî un intens stât mentâl, positîf o negatîf, che al nas in maniere automatiche tal sisteme gnervôs. Ekman e Friesen a àn cirût di capî cualis che a son lis emozions primariis, che no si puedin

discomponi in altris; Orval Hobart Mowrer al diseve che a jerin dome dôs, plasê e dolôr, ma in cuarante agns di ricercje Ekman e Friesen a àn dimostrât che lis emozions di base condividudis di dutis lis culturis a son siet, une di pui di chês che Darwin al veve osservât (maravee, gjonde, pôre, rabie, disgust, aviliment, dispresi).

Il fat che i animâi a comunichin al è aromai dimostrât, ancje se ancjemò al è viert il dibattit su ce che al è il lengaç. Clive Wynne, par esempli, al dîs che il lengaç referenziâl, ven a dî che si riferis al mont esterni – ce che a doprin i animâi – nol pues sei definît un vêr lengaç parcè che al mancje di sintassi, e nol à la carateristiche di esprimi concets complès (Wynne 2006).

Il filosof Noam Chomsky, analizant ce che al è il lengaç, al rive ae conclusion che al è il strument uman par ecelence, che al à permetût ai oms une rapide difusion, dant lôr la pussibilitât di riprodusisi, parcè che il lengaç al è trasmetût de sapience personâl utile a puartâ indenant la specie e la peraule.

Si cjatin in nature numerôs esemplis di comunicazion animâl, che nus fasin capî che i animâi a disponin di tancj struments di comunicazion: i simpanzè a àn trê cualitâts di berli di alarme, un se il predatôr al rive strissant, un se al rive corint, e un se al rive svualant, e i membris de comunitât a rispuindin con trê ategjaments diferents di fuide o di difese.

2. Metodologjie. Par analizâ il lengaç e lis espressions des bestiis, a son stâts osservâts dîs poleçuts par dôs setemanis, de nassite te incubatorie, regjistrant ogni dì i progrès.

I poleçuts a son restâts libars di zirâ e une lampadine e imitave il calôr de clocje.

3. Risultâts. Vignint sù isolâts, cence mari, si à viodût che ai poleçs no ur covente imitâ i gjenitôrs pe formazion di determinâts compuartaments: a son espressions e strategjiis che a son naturâls tai piçui, trasmetudis come caratars ereditaris.

Par esempli, si è osservât che i poleçs a scomencin subit, di bielzà dal secont dì di vite, a tirâ fûr diferentis cualitâts di piulade par mostrâ une sensazion di benstâ, o se a son infastidîts di cualchi robe.

A cinc dîs di vite i poleçs a mostrin di elaborâ in autonomie strategiis tipichis de specie (par esempli il sgarfâ par rivâ a lis semencis miôr) e ancje strategiis “personâls”, come chê di cjavâ la corse e saltâ parsore ai fradis che ur blochin la strade viers il mangjâ.

In plui, di subit a mostrin la tindince a restâ in grup, par dâsi calôr e protezion un cun chel altri; dal tierç di, se al mancje un dai components dal grup, si inacuarzin che nol è e a fasin piuladis particolârs par clamâsi tra di lôr e “tornâ in grup”, e chest nus puarte a pensâ che a vedin une sorte di sens dal numar e dal lengaç.

4. Discussion. Propite come chê dai oms, ancje la comunicazion dai animâi e pues sei influençade de comunitât o dal ambient. Lis âfs, par esempli, a comunichin cu la danze, a movin la panze par indicâ a lis compagnis dulâ cjatâ aghe o polin, ma cheste mosse no je universâl, propite come lis peraulis des lenghis umanis: tal nord Europe un sbatiment al vûl di 50 metris, in Italie 20 metris, in Egjit 10 metris.

Konrad Lorenz, sienziât vienês, il famôs “pari de etologjie”, la sience che e studie il compuartament dai animâi, escludint in partence lis classificazions e lis teoriis di Darwin che a tindin a classificâ, tal 1937 al elabore la teorie dal “imprinting”, che e ipotize un mût di imparâ instintîf tipic di une specie e independent de esperience individuâl.

Lorenz al rive a chestis conclusions vint metût dai ûfs di ocje salvadie tal cjalt, parcè che si vierzessin; vint “saludât” par prin lis ocjutis cuant che si jerin vierts i ûfs, di chel moment chês lu consideravin come che al fos lôr mari, i levin daûr e a fasevin une piulade par vaî se no jerin dongje di lui.

Di chi la scuvierte dal imprinting filiâl, che al impliche un compuartament provisorî, leât a lis informazions che il gnûf nassût al cjape sù dal montesterni tes primis 36 oris di vite; in chest interval di timp il so sisteme gnervôs al è sensibil a “stampâ” (“print”, di li imprinting) la figure dal gjenitôr o di chel che al ricognòs come tâl.

Il sogjet che al ven ricognossût come mari nol va, in ogni mût, a prejudicâ l’aprendiment che al è predisponût gjeneticementri: baste pensâ al cuc, che ancje se lu cressin uciei di altris speciis, cuant che al è grant al cîr un compagn de sô specie, cence fâ erôrs.

La teorie dal imprinting di Lorenz e je stade aplicade di un talian, Bi-

no Jacopo Gentili, ae comunicazion tra om e cjaval, in maniere di vê un aproç pluî sientific al adestrament. Gentili, che al à clamât la sô tecniche “ecuoetologjie”, al è partît de analisi de strutture dal sisteme gnervôs dal cjaval, che nol presente tancj colegaments tra la part di diestre e la part di çampe dal cerviel. Su chest si fonde ancje la teorie de *Horsenality*, pe veretât ancjemò no provade, che e ipotize che il caratar di un cjaval al dipent dal emisferi che al dopre di pluî.

Une des osservazions pluî impuartantis di Gentili, di là de strutture dal cerviel dal cjaval, al è il fat che al met in evidence che il cjaval al è un erbivar, duncje cuntun bagai gjenetic-compuartamentâl di prede; un fat di tignî cont intai rapuart tra i oms, di nature predatôrs, e i cjavai.

Dut chest al puarte a pensâ che i animâi a àn un sisteme cognitîf e comunicatîf complès, che al pues jessi indagât e spiegât in variis manieris.

5. Un esempli storic par capî il funzionament dal cognitivisim. La interazion fra om e animâl e prodûs efietis dificii di spiegâ, come tal câs di “Kluge Hans” e dai “cjavai savints di Elberfeld”.

Cheste vicende e scomence a Berlin, tai ultins agns dal 1800. Il baron Wilhelm Von Osten, un mestri di matematiche, pensant che la umanitât no vedi capît ad implen lis capacitâts inteletivis dai animâi, a ’nt vûl dimostrâ la esistence.

Al decît di cirî di istruî un gjat, che però al mostre insoference e fastidi a ducj i siei tentatîfs; dopo al prove cuntun ors, che però al jere masse aggressîf; ae fin, Von Osten al compre un cjaval arabic di dissendence russe par pôcs bêçs par vie di un piçul difiet fisic, che si dimostrerà straordinari.

Il cjaval, clamât Hans, al fâs maraveâ la Gjermanie e dutis lis nazions europeanis, diventant in pôc timp une atrazion, tant che tal 1891 a tacin a clamâlu “Kluge Hans”, Hans l’inteligent. L’animâl al jere bon di fâ adizions, sotrazions, multiplicazions e divisions, di segnâ il timp, di seguî il calendari, e ancje di lei e capî il todesc.

A lis domandis al rispuindeve batint suntune bree cui çucui (par esempli, ae domande “trop fasie $2 + 2$?” al rispuindeve batint il çucul cuatri voltis).

Stant che il ministeri de istruzion todesc al intindeve che si sclaris la

nature des rispuestis di Hans, che a jerin justis tal 90% dai câs, ai 11 e 12 di Setembar dal 1904, a Berlin, si met adun une comission di psicolics, zoolics, veterinaris, fisiolics e professôrs, cun chê di valutâ lis abilitâts cognitivis di Hans. Ae fin dai lavôrs, la comission e declare che la inteligjence e il talent dal cjaval a jerin vêrs, e che la bestie e rispundeve cence trucs.

Trê mêis dopo, il psicolic Oskar Pfungst, vint verificât che il proprietari di Hans nol jere un imbroion, si declare intenzionât a risolti il misteri. In particolar, Pfungst al esamine il cjaval travers une serie di provis in “dopli vuarp”, dulà che une persone e diseve un numar a Hans, che al provave a ripetilu a une altre persone che no lu saveve: in chest câs, cuant che la persone che e faseve lis domandis no cognosseve la rispueste, la percentuâl des rispuestis coretis si sbassave une vore.

Pfungst,alore, al pense che il cjaval al podès rispindi ai moviments involontaris di cui che lu interrogave; par dimostrâlu, si met tal puest dal cjaval, e invezit dal çucul al bat il pugn su la taule, tant che la int lu clamave par ridi “Kluge Pfungst”, come il cjaval. In cheste maniere si inacuarc di piçui cambiaments te espression de muse e te posture di cui che al faseve la domande, cu la tension che e cresceve cuant che i numars di colps si avvicinavin ae rispueste juste e si smolave dopo il colp decisîf.

Pfungst alore al conclût che il cjaval nol à nozions di matematiche, ma dome un intuit e une sensibilitât un grum plui svilupade dal om. Hans, par Pfungst, nol doprave l’intellet par dâ rispuestis justis, ma al jere plui ricetîf a chei segnâi involontaris che e da une persone che e fâs une domande savint la rispueste. Cundut achel, Pfungst nol à mai rivât a spiegâ cemût mai che il cjaval al jere bon di corezi i erôrs eventuâi di chei che lu interrogavin.

Von Osten, om sanghin e un pôc lunatic, nol acete lis conclusions di Pfungst, anzit lu acuse di vê cambiât il so cjaval, che nol jere plui come prime, ma che al jere diventât, secont lui, un cjaval di circol, adestrât a rispindi ai mots (e di fat, dopo dai esperiments di Pfungst, il cjaval al veve scomençât a movi il cjâf contant ogni moviment di chel che lu interrogave), in struc, un cjaval mecanic.

Cussì, intun atac di rabie, al vent Hans a un so amî di Elberfeld, un marcjadant di zoiis che si clamave Karl Krall. Krall al continue la educazion dal cjaval e anzit a ‘nt compre e adestre altris. Un si specialize in arit-

metiche (al bateve cuntun çucul lis unitâs e cun chel altri lis desenis).

Krall si met di impegn par contradî Pfungst, in fat al faseve rispuindi i cjavai a lis domandis te oscuritât complete, cundizion che, dut câs, no alterave par nuie la lôr performance.

Nissun al à mai dubitât de buine fede di Krall, ancje i siei critics plui acanîts a disevin che al veve une onestât inteletuâl profonde, magari ingjenue, ma sincire, provade ancje dal fat che nol jere interessât ai bêçs, ancje parcè che al jere za siôr, e dal fat che al jere restîf a esibî la sô “classe di cuadrupedis”, come che le clamave lui.

Come intune classe di fruts, ancje fra i cjavai, clamâts aromai “i cjavai savints di Elberfeld”, a jerin chei plui distrats (che ciertis voltis a invertivin lis cifris dai risultâts, 42 invece di 24, ma si corezevin di bessôi se a jerin cridâts), altris a jerin plui diligjents. Un piçul pony shetland al bateve cul çucul il risultât des operazions, dopo si zirave viers de int e, se nissun lu laudave, di corse al ripeteve il risultât corezintlu. Cun di plui, Berto, un cjaval vuarp, al faseve i stes calcui, duncje nol rispuindeve ai segnâi visîfs.

Tal 1912, William Mckenzie, biolic e psilogic, e Roberto Assaggioli, psichiatre di Vignesia, a van in Gjermanie a valutâ lis cognossincis dai cjavai. A passin un ciert timp a esaminâju e, no cjatant spiegazion, si decidin a crodi che Krall al jere rivât a svilupâ lis lôr capacitâts cognitivis. La tesi di Pfungst, considerade di tancj la fin de dispute, e jere aromai masse ristrete par spiegâ lis abilitâts dai cjavai di Elberfeld.

Tancj inteletuâi de epoche a àn volût meti ae prove i cjavai, tra chescj il premi Nobel pe leterature dal 1911, il scritôr Maurice Maeterlinck: par solit a concludevin, come Maeterlinck, che Krall al jere rivât a “umanizâ il cerviel dai cjavai”. La vuere mondiâl e à metût fin a chescj studis, ma tancj a continuavin a crodi ae validitât de metodologjie di Krall.

6. Conclusions. Chescj events a son di dificile interpretazion e al è faturôs tentâ di spiegâju.

Dut câs, a dispjet des dificultâts tal ricostruî i fats cun coerence, ancje pe scjarsetât des fonts, al è pussibil avanzâ plui di une ipotesis di cemût che si son svilupâts i events dal lengaç e dal cognitivisim tai animâi.

A son cinc spiegazions pussibilis.

6.1. *Ipotesi gjenetico-evolutive.* Al è stât provât di tancj experiments che intai animâi al è comprendût a nivel gjenetic un sens dal numar, un istint matematic che ur permet di capî lis diferencis fra piçulis e grandis cuantitâts.

Une famosissime conte dal Sietcent e fevele di une çore che e saveve contâ fin a cinc:

Un contadin al voleve copâ une çore che e veve fat il nît te sô tor. Ma cuant che si faseve dongje, l'uciel al scjampave vie, fûr de puartade de sclope, fin tant che no si slontanave. Nome ta chel moment la çore e tornave inte tor. Il contadin, alor, al domande jutori a un confinant. I doi a jentrin te tor, ma al salte fûr un sôl. La çore però no si lasse ingjanâ, e no torne tal nît fintremai che nol salte fûr il secont contadin. Alor a tornin in trê, in cuatri, in cinc, ma la çore no si lasse imbroiâ, e e spiete che a saltin fûr ducj par tornâ tal nît.

Solementri cuant che a son lâts in sîs, i contadins a son rivâts a cjapâ la çore. L'animâl al à spietât che nome cinc di lôr a fossin fûr de tor, e il sest al à podût cjapâle.

Cheste conte e somee dimostrâ che la çore e saveve contâ fin a cinc in maniere inade.

Al inizi dal Nûfcent, Otto Koehler, un etolic todesc, al è stât fra i prins studiôs des abilitâts matematichis dai animâi. I siei experiments plui cognossûts a àn rivuardât une çore, di non Jacob. Ae çore i vignivin presentadis une serie di scjatulis, ognidune cuntun diviers numar di ponts disegnatîs sul tapon. Il studiôs al premiave la çore se e vierzeve il tapon cul stes numar di ponts di un carton che Koehler i mostrave. I ponts sul tapon e sul carton no jerin metûts inte stesse posizion, e chest al vûl dî che lis çoris a son buinis di confrontâ doi insiemis di numars, e di ricuardâ une cuantitât di ogjets mostrâts in moments diferents.

Secont Stanislas Dehaene, un matematic specializât in psicologjie cognitive che al à studiât i numars e lis raprezentazions matematichis, “il nestri cjâf, come chel de çore, al è dotât di une raprezentazion intuitiva des cuantitâts”. Par Dehaene, duncje, i animâi a saressin bogns di contâ, ancje se no come che lu fâs l'om, ma in maniere plui arossimative. Un esempli di chest lu dan i sghirats: a sielzin simpri il ramaç cun plui glandis.

In plui, ancje tai trops di cjavai al stât salvadi, il capobranc si inacuarç subit se al mancje un individui dal grup, si inacuarç de variazion di cuantitât, e lu cîr par ripuartâlu cun chei altris.

Nol sarès nuie di sorprendent, alor, che i “cjavai savints” a fossin

rivâts a rispuinti a domandis, so redut chês simplicis, come: “trops cja-piei sono inte sale?”.

6.2. *Ipotesi comportamentâl (di adament)*. Si pues cun tranquilîtât pensâ che i “cjavai di Elberfeld” a vessin imparât a dâ rispuestis par otignî la ricompense, par vie che i istrutôrs, sedi Krall che Von Osten, no punivin mai i erôrs, ma a premiavin nome lis rispuestis justis.

Gnûfs studis dal Imprinting-Horse Center diret di Bino Jacopo Gentili a àn dimostrât che lis areis corticâls dal cerviel dai cjavai a son separadis tra di lôr, cualitât di ducj i erbivars. Cheste division tal cerviel ecuìn al condizionale il so compuartament: di fat, jessint un erbivar, duncje une prede di nature, nol à capacitâts tant svilupadis par formulâ strategiis par cjatâ di mangjâ (come chês di un gjat, par fâ un esempli), parcè che nol à di cjaçâ ma dome di passonâ. Alore al è pussibil che Hans e i cjavai di Elberfeld a vessin imparât che, dant ciertis rispuestis, a otignivin in automatic carotis.

Tant di plui che, secont i studis di Miklósi e Soproni (2006), il cjaval al rispuint ai segnâi di personis che a cognossin: se une persone cognosude ur mostre il mangjâ, a mangjaran pacifics, invezit, se a son elements che no cognossin, a varan une impostazion plui esplorative, mangjant di mancûl. Il fat che i “savints di Elberfeld” si esibivin cuasi simpri in puecç a lôr cognossûts, o cul lôr paron, cun ogjets cognossûts, al somee confermâ cheste ipotesis.

La lôr conformazion cerebrâl particolâr ju puarte a vê une altissime capacitât di memorizazion, che ur permet di memorizâ une serie cuasi infinide di associazions cause-efiet: Gentili al dîs che e je une capacitât impensabile par un cerviel uman. Chest al podarès spiegâ ancje lis rispuestis plui o mancûl simpri justis a calcui complès: un sempliç esercizi de straordinarie memorie ecuïne.

In fat, il cjaval, plui di altris animâi, si met in rapuart cul ambient prime di dut par mieç de memorie, che al dopre come une mape: dut ce che di gnûf al jentre te sô vite lu met a confront cu la sô “mape”, e cussì al tire la conclusion se lis gnovis a son un pericol o no. In struc, il cjaval al vîf intal passât che al confronte di continui cul present.

6.3. *Ipotesi cognitive.* Se i cjavai a vessin pardabon imparât ce che ur vevin insegnât, svilupant un pinsîr “uman”, come che al veve dite Maeterlinck, alore al podarès jessisi verificât un câs di aprendiment cognitîf.

Cheste ipotesi e podarès cjatâ riscuintri tai studis di Irene Peppenberg, de Brandeis University in Waltham, Massachusetts, che e à analizât par 27 agns un pampagal cinisin, Alex, rivant a svilupâ in lui une intelligence associative di peraulis e concets, tant di puartâlu a rivâ a contâ, ricognossi materiâi e, robe plui sorprendente, a doprâ il concet di zero, che i fruts a rivin a utilizâ nome cuant che a àn 3 o 4 agns.

Chest risultât al è stât tocjât svilupant tal pampagal un sens di competizion: la dotoresse e faseve domandis numerichis facilis ai siei ricercjadôrs, che a ricevevin, cussì, mandulis o biscots. Alex, di bessôl, al veve capît che, par otignî il premi, al veve di rispuindi ancje lui. In plui, i vevin insegnât il leam fra peraulis e realtât; par esempli, cuant che al jere strac, se al diseve di volê lâ te gabie, lu puartavin subit.

E esist une pussibilitât che, traviere di mecanisims similârs, i cjavai di Elbefeld a vessin imparât in maniere rudimentâl il leam fra peraulis e realtât.

6.4. *Ipotesi percetive.* No va trascurade la ipotesi che i cjavai, cence lengaç, a àn svilupât sens diferents di chei dal om, che ur permetin di “sintî” particolârs stâts di spirt o situazions, savint cussì cemût compuartâsi di consequence.

I etolics a àn numerât situazions particulârs cjatadis tai cjavai e che al è pussibil spiegâ nome cuntune speciâl sensibilitât dal animâl: i cjavai une vore cjaviestris a tindin a spaventâ chei che a àn pôre dai cjavai, come che a savessin de lôr pôre; tornant dopo une zornade di lavôr, a corin plui svelts, parcè che a san che a van a cjase; se a son afezionâts al paron, e chest nol rive a alçâ il golâr di lavôr dal cjavâl, chest si lu met di bessôl, fasintlu slitâ dal mustic sul cuel, in mût di judâ.

Rupert Sheldrake, biolic e filosof inglês, al met in evidence cemût che i animâi a àn un sest sens che ancjemò nol è spiegabil de science: si cognossin, di fat, centenârs di testemoneancis di cemût che la lôr sensibilitât particolâr ju puarte a capî cun oris di anticip cuant che il paron al sta par tornâ, o a jessi gnervôs il di prime de visite dal veterinari. Cence savê, a cognossin, come che i cjans a sintin il taramot.

6.5. *Ipotesi miste*. In fin, al va sotliniât che une ipotesis no scarte chê altre: il cognitivisim animâl al podarès jessi dât de agregazion o de intersezion des ipotesis precedentis.

Chestis teoriis a metin in lûs cetant che al è dificil dâ regulis precisis al riuuart de comunicazion, cussì diferente fra oms e animâi par vie de evoluzion, ma, tal stes timp, a evidenziin che lis funzions neuronâls che a puartin i animâi a comunicâ a puedin jessi studiadis des neurosiencis.

¹ Daûr de tripartizion dal cerviel di MacLean (1990), il cerviel dai animâi si è svilupât in trê fasis: la part plui antighe, il cerviel retilian, e regole i istints e la autoconservazion; la seconde part, il sisteme limbic o cerviel mamalian, si è svilupade

par gjestî la convivenca te comunitât; infin il neocerviel, carateristic dal om, e je la inteligence creade de encefalizazion, la expansion de dimension dal encefal, cu la cressite des dimensions dal cerviel dovude ae evoluzion.

Neurolinguistics and animal cognitive science

CATERINA A. ROSSI*

Abstract. Humans have developed language as one of their most precious resources. Language ensured that reproduction could be more organized and continuative, as proved by the human supremacy on the planet. This evolution has made us different from the other species; language is what sets us apart from the other animals.

Yet, although they cannot speak, the other animal species have a different way to communicate, which we have difficulty to understand and sometimes barely recognize. Evolution, since it did not develop language in animals, might have sharpened other senses and created a particular sensibility, which might have been dulled in humans by the expansion of the neo-cortex¹.

Animals, in fact, possessing a reptilian brain governed by instinct, which is more ancient than the neo-cortex, have characteristics of intuition which are different from those of humans – this might explain, for example, the ability of dogs to predict natural events such as earthquakes before they occur.

In this paper, we have applied the study of neurolinguistics to the analysis of several specific cases, in order to investigate the language of animals, understand its processes and relate with what we, as humans, have lost through evolution.

Key-words. Neurolinguistics, cognitive science, language, ethology.

1. Introduction. In 1872, Charles Darwin published a book entitled *Expression of emotion in man and animals*, where he provided a very accurate description of emotions, analysing

their effect on the muscular system, on the face and on the body. Darwin identified six main expressions – happiness, surprise, revulsion, anger, fear, and sadness – which he believed are

* Laboratory of Industrial Bioengineering, University of Udine, Udine, Italy. E-mail: caterina.rossi@uniud.it

shared by men and animals. He also provided examples of how men and animals communicate these six basic emotions using non-verbal language, such as facial expressions and body movements.

He also demonstrated that some expressive acts (blushing, facial expressions) are innate and hereditary, and similarly to physical organs they are transmissible traits produced by evolution by means of natural selection. In other words, expressions for Darwin are biologically determined, even though culture partially influences them through the customs of the society where the subject is living.

He particularly focused his attention on the link between muscular conformation, character and the expressions conveyed by a human face or an animal's muzzle.

According to the scientific beliefs of the time, which also influenced Darwin, a face's muscular conformation is indicative of a person's most common expressions. So if you frown often, you will particularly develop the muscles in your forehead which are commanded by the movements of your brows. Also with animals, character was seen to be deeply connected to the physical aspect.

A study begun in the early 1960s and interrupted in 1996 because of lack of funds seemed to confirm this observation. The Russian scientist Dimitri Belayaev, who did not believe in genetics, observing the physical differences between dog and wolf speculated that they were due to the selection operated by man in order to obtain better behavioural traits in

dogs, such as docility. He thought that the appearance of modern dogs was due to neurochemical and hormonal changes caused by selection.

So he decided to select wild canines, and his choice fell on foxes. His aim was to breed some specimens in order to select them according to their docility.

He chose the least aggressive animals and made them breed. The experiment was carried on for forty generations, finally obtaining a group of domesticated foxes which showed behavioural and physical features which were very different from those of wild foxes. They were very friendly towards humans – they licked the experimenters, sniffed them and appreciated their presence. They tried to attract their attention and wagged their tail to show their feelings. Also they were not afraid of strangers and their appearance was very similar to that of dogs. Changes in ears, tails and colour were noticed, and even the skull and teeth structure had changed.

According to Belayaev, these substantial differences were due to modifications in the glandular system controlling the production of adrenalin, which, like in dogs, was present in smaller amounts.

Coming back to Darwin, we can summarise his observations on the expression of emotions in the three following points:

- 1) There is heredity in the typical movements of species. They may be movements repeated by ancestors, which had a specific utility at the time, and which are included in the

genetic stock of species even if they are no longer useful (dogs, for example, when they want to sleep on a hard surface like a pavement, circle around the spot where they have chosen to sleep. They do that because their ancestors tried to soften the earth a little before lying down; the gesture is maintained as heritage of a once-useful habit).

2) Another point is antithesis: the answer to a stimulus is automatically a movement. Think of the gesture of scratching oneself; a horse when rubbed down feels itchy, so it will move its teeth as if to scratch itself with its teeth.

3) Lastly, the nervous system has a fundamental function in expressing emotions, producing involuntary responses to stimuli.

Starting from these premises, Paul Ekman and Wallace Friesen carried out an intercultural research in 1967-1992, establishing that human facial expressions are universal and remain unchanged throughout the world, even in very isolated areas (Ekman & Friesen 1992).

Expressions have a neurocultural structuring: innate neuronal stimuli, genetically inherited, produce adaptive responses which are ascribable to the six families of emotions defined by Darwin. These responses can be voluntarily controlled in culturally-appropriate ways by techniques of masking, intensifying, un-intensifying, and neutralising, i.e. showing a “poker face”. Nevertheless, as expressions are produced by two muscular circuits, one of which is involuntary, even when trying to conceal an emotion, its

spontaneous facial expression will appear for 1/25 of a second – this is called a “micro expression”.

Emotion can be defined as an intense mental state, either positive or negative, arising in an automatic way in the nervous system. Ekman and Friesen tried to establish how many emotions can be considered “primary”, in that they cannot be broken down to simpler emotions. Orval Hobart Mowrer had stated they were only two: pleasure and pain, but, during forty years of research, Ekman and Friesen showed that basic emotions, shared by every culture, are in fact seven, one more than Darwin’s (surprise, fear, anger, revulsion, sadness, happiness, disdain).

Animals communicate – this much has been proved, even if the debate is still open about how we can define language. Clive Wynne, for example, claims that the referential language used by animals, which refers to the external world, cannot be defined a real language because it is without syntax, so it does not have the ability to express elaborate concepts (Wynne 2006). The philosopher Noam Chomsky, analysing the nature of language, came to the conclusion that language is the most quintessentially human tool and that it enabled the rapid expansion of humans, since it facilitates the transmission of personal knowledge useful to the progress of the species.

Regarding animal communication, there are several examples in nature of animals using communication tools. For instance, chimpanzees have three different alarm shouts: one when the

predator comes creeping, another when it arrives running and the third if it arrives flying, and the community members answer using three different ways of escaping or defending.

2. Methodology. In order to analyse animal communication and expressions, ten chicks were observed for two weeks starting from their birth in a breeder, recording progresses daily.

Chicks were kept in freedom and they had only a lamp in order to imitate the warmth of a brooding hen.

3. Results. Even if growing isolated, without their mother, chicks did not need parental imitation to learn behaviours which are inborn in young birds and transmitted as hereditary characters – among them, expressions and strategies.

Very early, from the second day, chicks began to let out different kinds of cheeping sounds to express a sense of well-being or if they were annoyed by something. Starting from day five they could independently elaborate strategies typical of their species (for example scratching to find the best seeds) and personal strategies such as running up and jumping on their siblings when they were blocking the way to food.

Moreover, they immediately showed a tendency to stay in a group in order to give one another warmth and protection; from day three, when one of them was absent, they noticed its absence and emitted a particular cheeping sound to recompose the group – which suggests that they have a sense for numbers and language.

4. Discussion. The communication of animals, like that of humans, can be influenced by the social group or the environment. Bees, for instance, communicate dancing – they waggle their abdomen to indicate to the other members of the colony where to find water or pollen. Just as with human languages, the meaning of this gesture is not universal: in northern Europe a waggle means 50 metres, in Italy 20 metres, and in Egypt 10 metres.

Konrad Lorenz, a Viennese scientist who is considered the “father of ethology”, the science which studies animal behaviour, excluded *a priori* Darwinian classifications and classifying theories and in 1937 developed the “imprinting” theory, which hypothesised the existence of an instinctive pattern of learning which is typical of a species and is not dependent on individual experience.

Lorenz arrived at these conclusions when he placed some wild goose eggs in an incubator until they hatched. In the absence of the goose, the goslings took the scientist for their mother, following him everywhere and crying when he was not there. This led to the discovery of filial imprinting, which implies the existence of a temporary behaviour connected to the information a gosling receives from the external world during the first 36 hours of life – during this time its nervous system is able to “imprint” the image of the parent or whoever is recognized as such. But the fact that this parent might not be the gosling’s natural mother does not impede the process of learning to which the animal is genetically dis-

posed. The cuckoo, for instance, although it is raised by other species of birds, invariably looks for a mate of its own species.

Lorenz's theory of imprinting has been recently applied by an Italian, Bino Jacopo Gentili, to the communication between humans and horses, in order to have a more scientifically-based approach to horse-training. Gentili, who has called his own technique "equoethology", has analysed the structure of a horse's nervous system, which presents few connections between the left and right hemispheres of the brain. In his study of the relationship between humans and horses, Gentili has also observed that horses are herbivores, with the genetic and behavioural makeup of a prey. As predators, we do not often realize this when we approach them.

As we have seen, animals have complex cognitive and communicative systems which can be studied and explained in several ways.

5. Working with cognitive science: an historical example. Interaction between man and animals sometimes produces effects which are difficult to explain, as in the case of Clever Hans and the Horses of Elberfeld.

These events took place in Berlin starting at the end of the 19th century. Baron Wilhelm Von Osten, a teacher of mathematics, was convinced that human beings had not fully understood the intellectual potential of animals and was determined to demonstrate it. At first he tried educating a cat, which showed annoyance at his efforts, then he tried with

a bear, but it was too aggressive. Finally Von Osten bought a Russian-bred Arabian horse, paying little money because of a small physical defect, and it turned out to be an extraordinary animal.

The horse, called Hans, amazed Germany and the other European countries, quickly becoming an attraction and earning the appellation of "Clever Hans". It was apparently able to sum, subtract, multiply, divide, calculate fractions, beat time, follow the calendar, change musical keys, as well as read and understand German. Hans answered pointing out or beating on a plank with its hoof – for instance, to the question "How much is $2 + 2$?", it answered by tapping its hoof four times.

On 11 and 12 September 1904, a commission of psychologists, zoologists, veterinarians, physiologists and teachers were asked to evaluate Hans's cognitive skills, because the German Ministry of Education wanted to clarify the nature of Hans's answers which were 90% correct. The commission declared that the intelligence and skills of the horse were real because it answered without using any trick.

The commission, at this point, passed on the evaluation to psychologist Oskar Pfungst, who submitted the horse to numerous tests. In particular, he envisaged a double blind trial, where a person told Hans a number and the horse had to repeat it to another person who did not know it – in this case the percentage of correct answers fell appreciably. So Pfungst inferred that the horse responded to involuntary cues that peo-

ple give if they know the answer. In order to prove this, he submitted himself to the same tests, trying to guess a solution thought up by human subjects by observing them while he was beating his fist on a table. Pfungst concluded that the horse did not have a sense for mathematics, but an ability to read the changes in the questioner's posture and facial expressions – such as movements of expectation when the number of hoof taps was approaching the correct answer, and a release of tension when the horse made the final tap. But Pfungst never explained how the horse was also able to correct the eventual mistakes made by the questioners.

Von Osten never accepted Pfungst's conclusions, claiming that the psychologist had transformed Hans into a circus horse, trained to respond to gestures (and indeed, after these experiments, Hans had started to move its head counting every movement of the questioners). Accusing Pfungst to have deceived him, Von Osten angrily sold Hans to his friend Karl Krall, a rich jewellery manufacturer from the city of Elberfeld.

Krall continued to train Hans, as Von Osten had done before; in addition, he acquired several other horses which he also set out to educate, and which became known as the "Clever horses of Elberfeld". One of them specialised in arithmetic (it tapped one hoof for units and the other for tens). Wanting to disprove Pfungst's theory, Krall also made his horses answer the questions blindfolded, with no detrimental effect on their performances.

No one ever doubted Krall's good faith – even his worst detractors recognized his intellectual honesty, which was proved by the fact that he never asked for money, having means of his own, and that he did not like to exhibit his "class of quadrupeds", as he used to say.

Like every class of children, among his horses some were more careless (they sometimes inverted the figures, 42 became 24, but they corrected themselves when rebuked), and others more careful. Curiously, a little Shetland pony would tap the result of the calculation, then if it turned towards the reward but did not receive it, it would repeat the calculation correcting it. There was even a blind horse, Berto, which was able to solve some simple mathematical problems, possibly reading other non-visual signals.

In 1912, William Mckenzie, a biologist and psychologist, and Roberto Assaggioli, a Venetian psychiatrist, travelled to Elberfeld to verify the horses' skills. Having spent some time watching the animals and not having found any explanation, they had to concede that Krall had succeeded in developing the animals' cognitive abilities.

By this time, Pfungst's explanations were considered insufficient to explain the performance of the horses of Elberfeld. Numerous other intellectuals tested the horses, among them the 1911 Nobel prize for Literature, the Belgian playwright Maurice Maeterlinck. They usually concluded that Krall had managed to "humanise the horses' brain". World War I put

an end to those studies, but a lot of people kept on believing in the validity of Krall's methods.

6. Conclusion. These facts are of difficult interpretation. Despite the obvious problems in reconstructing the events, also because of lack of sources, nevertheless we can put forward some general hypotheses on the development of language and cognition in animals.

6.1. Genetic and evolutionary hypothesis. Numerous experiments have proved that animals possess a genetic sense for numbers, a mathematical instinct through which they understand the difference between small and large quantities.

A well-known 17th-century story tells of a crow which could count up to five.

"A farmer wanted to kill a crow which had made its nest in the watchtower of his estate. But when he came near the tower, the bird flew away, far from the range of his gun. Then when the farmer went away it came back to the tower.

So the farmer asked a neighbour for help. The two men entered the tower, and only one went out, but they didn't deceive the crow which came back to its nest only when the second farmer had gone out. So three men entered, then four and afterwards five without succeeding in their aim. Every time the crow waited for all the farmers to go out before coming back to its nest.

Eventually, six men entered the tower; the crow waited until five men

had gone out, then it came back to the tower and the sixth farmer killed it".

This story shows the crow could count up to five (but no more than five) in an innate way.

Otto Koehler, a well-known German ethologist working in the first half of the 20th century, was one of the earliest experts on the mathematical skills of animals. A crow, called Jacob, was the protagonist of one of his most famous experiments.

The bird was put in front of several boxes which had different numbers of dots painted on the lids. It was rewarded when it opened the box with a number of dots on the lid equal to those drawn on a piece of cardboard which had been previously shown to it. Koehler found that Jacob was able to count till six, one more than the "crow of the tower", possibly because of evolution. Interestingly, the dots on the lids were different in shape and disposition compared to the ones on the cardboard. Koehler proved birds are able to compare two ensembles and to remember a number of objects shown in different times.

Stanislas Dehaene, a mathematician specialised in cognitive psychology who studied numbers and mathematical representations, stated: "Our brain, as the one of the crow, has been provided with a intuitive representation of quantities since time immemorial". According to Dehaene, animals are able to count even if in a different way from men, in more approximate and "faint" way.

The theory that a "sense of numbers" is innate in animals seems to be proved by the observations of etholo-

gists who have demonstrated that squirrels go straight to the tree branch with the largest number of acorns, showing they are able to distinguish between different number quantities. Also, in a herd of wild horses, the herd leader always notices if a member of the group is absent, that is notices the variation in quantity, and looks for the stray animal. So it is not surprising if some clever horses were able to answer simple questions like: "How many hats are there in a hall?" or "How many hearts are drawn on that piece of paper?"

6.2. Behavioural (adaptive) hypothesis.

We can also hypothesise that the horses had learnt to give answers in order to obtain a reward, since the trainers, both Krall and Von Osten, did not punish their mistakes but only rewarded the correct answers. Recent studies by Bino Gentili's team at the Imprinting Horse Center near Rome have shown that the cortical areas of a horse's brain are separated and scarcely communicate with each other, a quality present in all herbivores. That means that the vision of an image can only happen, alternately, from the right or the left eye. The separation of the cortical areas also influences behaviour: in fact, being herbivorous, a horse is naturally a prey, and does not possess the ability to develop strategies in order to obtain food (as, for instance, in a cat). While a carnivore is compelled to hunt, for a herbivore it is enough to graze. It is possible, then, that Hans and the Elberfeld horses could have learnt they obtained carrots, walks

and delicacies when they gave some answers.

Moreover, Miklósi and Soproni's studies (2006) proved that horses answer to signals made by people they know. If a familiar person points out food to them, they will eat peacefully; if there is a new person, they will be suspicious and eat less. So the fact that the "horses of Elberfeld", almost always performed in the presence of their owner and in familiar places, with familiar objects, seems to support this hypothesis.

In Gentili's opinion, the particular brain structure of horses leads them to have a very high capacity for memorisation, allowing them to remember very long series of simple cause-effect associations in a way that is unthinkable for the human brain. This could explain their more or less correct answers to very complex computations: a simple training of the extraordinary equine memory.

A horse, indeed, more than other animals, knows its environment by memory, as a kind of map: a new element entering its field of view is compared with this internal map, then the animal deduces if the new element is dangerous or not. In short, horses live in the past, comparing it with the present.

6.3. Cognitive hypothesis.

If horses had really learnt what they had been taught, developing a "human-like" thought, as defined by Maeterlink, then it would have been a case of cognitive learning.

This hypothesis could be confirmed by the findings of Irene Pepperberg of Brandeis University, in

Massachusetts, who for 27 years studied an African gray parrot named Alex. The bird had developed the ability to associate a large number of words and concepts, was able to count, knew materials and, more surprisingly, used correctly the concept of zero, which children only acquire at age 3 or 4, when they begin to use the pronoun “none” in absence of a quantity to count. This result had been obtained by encouraging a sense of competition in the parrot: Pepperberg asked simple numerical questions which her researchers answered correctly, receiving a reward of biscuits and almonds. Alex quickly understood that he had to attempt an answer to obtain his prize; also, he was taught to understand the link between words and actions, so when he was tired, he usually said he wanted to go back to the cage and was immediately taken there.

There is the possibility that, through a similar trick, the “clever horses” had learnt, in a rudimentary way, the link between words and reality.

6.4. Perceptive hypothesis. We cannot neglect the hypothesis that horses, in the absence of language, have developed a different set of senses from humans, which allow them to “sense” special frames of mind or situations, so they know how to behave.

Ethologists have listed several situations which can only be explained by the existence of a particular sensibility in animals: some very rowdy

horses are inclined to scare those who are afraid of them, as if they could feel their fear; at the end of a working day, they hurry up, because they know they are coming back home; if they are affectionate to their owner and he (or she) cannot lift their working collar, they can wear it by themselves, making it slide from the snout to the neck.

Rupert Sheldrake, an English biologist and philosopher, suggests that animals possess a sixth sense which has not yet been explained by science. Hundreds of accounts have indeed been reported on their special sensibility, which leads them to be nervous the day before a veterinarian visit, or to understand, hours ahead of time, when their owner is coming home. Without knowing, they are able to “sense” events, in the same way as dogs are able to “sense” a forthcoming earthquake.

6.5. Mixed hypothesis. Finally, we must emphasise that one hypothesis does not exclude the others. The cognitive science of animals would do well to consider the association or interaction of all the previous hypotheses.

These theories highlight how difficult it is to establish accurate rules on the communication of humans and animals, which is so different because of evolution.

Yet at the same time, they show that the neuronal functions governing the communication of animals could easily be investigated by neuroscience.

¹ According to Paul MacLean's model of the evolution of the vertebrate brain (MacLean 1990), the animal brain developed in three phases: the oldest part, the reptilian brain, rules instincts and self-conservation; the second part, the limbic system or paleomammalian brain, developed in order to

manage life in a community; finally the neo-cortex or neomammalian brain, typical of humans, is the intelligence created by encephalisation, i.e. the widening of the encephalon caused by a growth in brain dimensions due to evolution.

Bibliografie/ References

- Belyaev D.K., Ruvinsky A.O., Trut L.N. (1981). Inherited activation-inactivation of the star gene in foxes. *The Journal of Heredity*, 72: 264-274.
- Chomsky N. (1986). *Knowledge of Language: Its Nature, Origin, and Use*. Santa Barbara, CA: Praeger.
- Darwin C. (1999). *L'espressione delle emozioni nell'uomo e negli animali*, edizione definitiva a cura di Paul Ekman. Torino: Bollati Boringhieri.
- Dehaene S. (2000). *Il pallino della matematica*. Milano: Mondadori.
- Despret V. (2004). *Hans: Le cheval qui savait compter*. Paris: Les Empêcheurs de penser en rond.
- Ekman P., Friesen W.V. (1986). A New Pan-Cultural Facial Expression of Emotion. *Motivation and Emotion*, 10 (2): 159-168.
- Ekman P. (1992a). Are There Basic Emotions? *Psychological Review*, 99 (3): 550-553.
- Ekman P. (1992b). Facial expressions of emotion: New findings, new questions. *Psychological Science*, 3 (1): 34-38.
- Feuerbacher E.N., Wynne C.D.L. (2012). Relative efficacy of human social interaction and food as reinforcers for domestic dogs and hand-reared wolves. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 97: 105-129.
- Mackenzie W. (1914). *Nuove rivelazioni della psiche animale (da esperimenti dell'autore)*. Modena: A.F. Formiggini.
- MacLean P. (1984). *Evoluzione del cervello e comportamento umano. Studi sul cervello trino*, con un saggio introduttivo di Luciano Gallino. Torino: Einaudi.
- MacLean P. (1990). *The triune brain in evolution. Role in paleocerebral functions*. New York: Plenum Press.
- Miklósi A., Soproni K. (2006). A comparative analysis of animals' understanding of the human pointing gesture. *Animal Cognition*, 9 (2): 81-93.
- Pfungst O. (1911). *Clever Hans (The horse of Mr. Von Osten): A Contribution to Experimental Animal and Human Psychology*. New York: Henry Holt.
- Trut L.N. (1996). Sex ratio in silver foxes: effects of domestication and the star gene. *Theoretical and Applied Genetics*, 92: 109-115.
- Udell M.A.R., Wynne C.D.L. (2012). Human-socialized wolves follow diverse human gestures... and they may not be alone. *International Journal of Comparative Psychology*, 25: 97-110.
- Wynne C.D.L., Udell M.A.R. (2013). *Animal Cognition: Evolution, Behavior and Cognition*, 2nd ed. Basingstoke-New York: Palgrave Publishers.
- Wynne C.D.L. (2006). Animal Cognition: An Overview. In Busek E. (Ed), *Europa – Macht und Ohnmacht: Europäisches Forum Alpbach 2005*. Wien: Verlag Österreich, pp. 195-202.

Implants in codigestion anaerobiche: un câs di studi te Province di Udin

MARGHERITA BORSETTA, VALENTINA CABBAI,
DANIELE GOI*

Ristret. Al di di vuê, un obietîf impuartant in ambit energjetic al è chel di sburtâ un progrès sostignibil che si fondi sul contigniment dal impat negatîf des ativitâts umanis sul ambient. In chest sens al è un fuart interès tai confronts des risorsis energjetichis alternativis, des pratichis di riûs dai materiâi considerâts refudums e de riduzion des emissions di gas incuinants. Al è ta cheste otiche che si fevele di codigestion anaerobiche, ven a dî la digestion anaerobiche di plui tipologjiis di materiis (in chest câs si fevele di substrâts). Il studi presentât al analize un teritori che al è stât selezionât cul intent di planificâ doi implants di tratament in codigestion par dôs cualitâts di substrâts: i pantans di depurazion e la frazion organiche dai refudons solits urbans.

Peraulis clâf. Codigestion anaerobiche, refudons organics, depurazion, energie alternative.

1. La digestion anaerobiche. La digestion anaerobiche al è un procès di trasformazion biochimiche, in ambient cence ossigen, di sostancis organichis complessis che a vegnin degradadis par otignî materiâl solit o gassôs (biogas). La digestion si compon di chestis fasis seguitivis: la idrolisi, li che reazioni extracelulârs a catalizin la licuefazion di materiâl che al pues sei putrefat e a idrolizin i carboidrâts sempliçs, lis proteinis e i gras; la acidogjenesi, li che i prodots da fase idrolitiche a son convertîts in acits volatii pe azion di enzims intracelulârs; la acetogjenesi, dulà che i acits volatii a son trasformâts in acit acetic; e infin la metanogjenesi, che

* Dipartiment di Chimiche, Fisiche e Ambient, Universitât dal Friûl, Udin, Italie.
E-mail: borsetta.margherita@spes.uniud.it

Tabele 1. Cundizions necessariis ae digjestion (Dornak 2012).

<i>Parametri</i>	<i>Idrolisi/acidificazion</i>	<i>Fermentazion</i>
temperature	25-35 °C	mesofilic: 35-40 °C termofilic: 52-57 °C
pH	5,2-6,3	6,7-8,2
C:N	10-45	20-30
contignût di materie solide	< 40% materie secje	< 30% materie secje
redox potenziâl	< +400, > -300 mV	< -250 mV
domande di nutrients C:N:P:S	500 : 15 : 5 : 3	600 : 15 : 5 : 3
presince di elements	no son specificazions	essenziâi: Ni, Co, Mo, Se

e consist tes reazioni che a puartin ae formazion di biogas (Visamara 1998). I bateris che a cjapin part a chest procès a puedin sei anaerobics facultatîfs o obleâts, ridutôrs di moleculis organichis, e acidogjenics o metanogjenics (Visamara 1998). A son ducj leâts intune cjadene trofiche li che i prodots di un stadi a son il substrât pal stadi che al ven dopo (Bonomo 2008). I parametris principâi che a influencin il metabolisim dai microorganisims e il procès di digjestion a son la temperature, il pH, la presince di acits gras a cjadene curte e il rapuart C:N. La velocitât di reazion e regole il procès e duncje e je un parametri une vore impuartant. I digjestôrs a puedin lavorâ in cundizions psicofilis (temperature plui basse di 20 °C), mesofilis (tra 20 e 40 °C) e termofilis (plui di 50 °C) (APAT 2005). Par ce che al tocje il pH, l'interval di pH otimâl pe digjestion al è tant strent e al corispuint a valôrs jenfri 6,8 e 7,2 (Ward et al. 2008). Cun di plui ogni fase e je caraterizade di un so interval di pH otimâl, tant che cualchi progjetist al à miôr separâ lis fasis di idrolisi-acidificazion e acetogjenesi-metanogjenesi in doi stadis. I acits gras a cjadene curte a son intermedis di reazion stant che la lôr produzion e altere il pH tal reatôr, e duncje la metanogjenesi e je influençade in negatîf. Il rapuart C:N si riferìs al contignût di azot presint tal substrât: masse azot al puarte efets tossics pe culture, e masse pôc al vûl dî vê pôcs nutrients (Ward et al. 2008).

I substrâts inviâts a digjestion a son la frazion organiche dai refudons urbans (refudons di cusine, vanzums di robe di mangjâ, jerbe, scarts di

orts e zardins), i pantans di depurazione (sotprodots dai trataments fisics, chimics e biologjics che lis aghis di scaric a subissin tai implants di depurazione), i scarts agricui e de industrie alimentâr (residuis di cerpidure, sotprodots vegjetâi de industrie ortofruticule), residuis culturâi, culturis energjetichis e dedicadis ae produzion di energjie e, par concludi, i efluentis di arlevament. Il procès di digestion al pues sei analizât tignint cont de percentuâl di solits (TS, solits totâi) intal substrât tratât. Si pue dî individuâ trê tipologjii di procès: wet (umit) cun valôrs di TS di mancûl dal 10-15%, semidry cun TS jenfri 15 e 20%, dry (a sec) cun TS jenfri 20 e 50% (APAT 2005).

2. Il studi. Il studi si fonde tal concet di Parc di Conversion Energjetiche. Une ricerce svilupade te Belgjiche e in Danimarce e definì Parc di Conversion Energjetiche un sît di conversion dai substrâts sinergjic e multidimensionâl, indotât di un insieme integrât di tecnologjii li che une varietât di substrâts disponibii a nivel locâl a son convertîts in energjie o in altris prodots. L'ûs di substrâts di divignince locâl e la lôr conversion in energjie e prodots che a puedin sei doprâts te stesse region dulà che al è l'implant a contribuissin a limitâ il consum di combustibii fossii, ridu sint lis emissions di gas sidrere, l'incuinament e i coscj. La progettazion di un Parc di Conversion Energjetiche e cjape dentri plui fasis: la localizazion dal implant, la analisi detaiade de region in tiermins di substrâts disponibii e dai setôrs presints sul teritori, la stime de domande energjetiche locâl, la formulazion di ideis pe realizazion pratiche dal Parc di Conversion Energjetiche e altris valutazions tecnicis e economicis, comprendût un plan economic (Guisson et al. 2012).

2.1. Implants in codigestion. Un implant in codigestion anaerobiche al pues sei dividût in trê sezions. La prime sezion e cjape dentri la ricezion e il pretratament dai substrâts. Pe ricezion al pues sei realizât un plaçâl di scaric a rês o une fuesse tal teren. I pretrataments a permetin di otignî une matric juste pal procès di digestion. La seconde sezion e viôt lis fasis di preparazion dal substrât (omogjenizazion, regolazion de umiditât e de temperature) che a fasin in mût che si vedi une matric cu lis carateristichis adatis. Cheste seconde sezion e inclût ancje la digestion anaerobiche stesse. La digestion e pues sei influençade de configurazion dal

Tabele 2. Compozizion dal biogas (APAT 2005).

<i>Components</i>	<i>Percentuâl</i>
metan (CH ₄)	55-65%
anidride carboniche (CO ₂)	35-45%
solfar di idrogjen (H ₂ S)	0,02-0,2%
vapôr di aghe	saturazion
idrogjen, amoniache	segns
ossigjen, azot	segns

reatôr e viodût che e dipent di tancj fatôrs e à di jessi monitorade ben par garantî un funzionament coret. Pai motîfs che a son stâts dits, al covenente planificâ un procès integrât che al comprendi la strumentazion necessarie, la formazion dal personâl e une assistance tecniche specializade par che a sedin rispjetâts i fatôrs metabolics e di cressite dai microrganisims.

La tierce sezion e rivuarde la produzion, la depurazion e l'ûs dal biogas (APAT 2005). Il biogas al è fat dal 60% di metan e pal rest di anidride carboniche e di altris gas (Tabele 2).

Il biogas al pues sei doprât par produci calôr, elettricitât ancje in cogjenerazion, biocarburant o combustibil, o al pues ancje sei diretamentri introdut te rêt de furnidure di energjie (Figure 1). Prime di sei doprât al ven tratât cuntun procès di desolfarazion e deumidificazion.

Di ce che al reste – si clame digjestât – e pues sei doprade sedi la part solide sedi la part licuide; dutis dôs a son plenis di nutrients e a son dopradis come fertilizant o teren di culture.

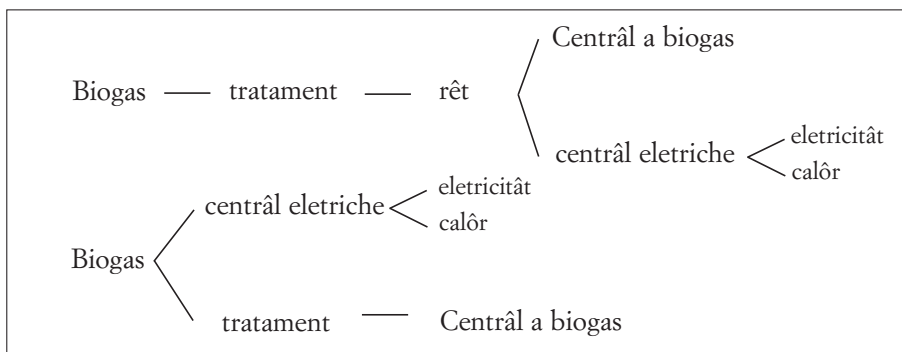


Figure 1. Opzions di ûs dal biogas (Dornack 2012).

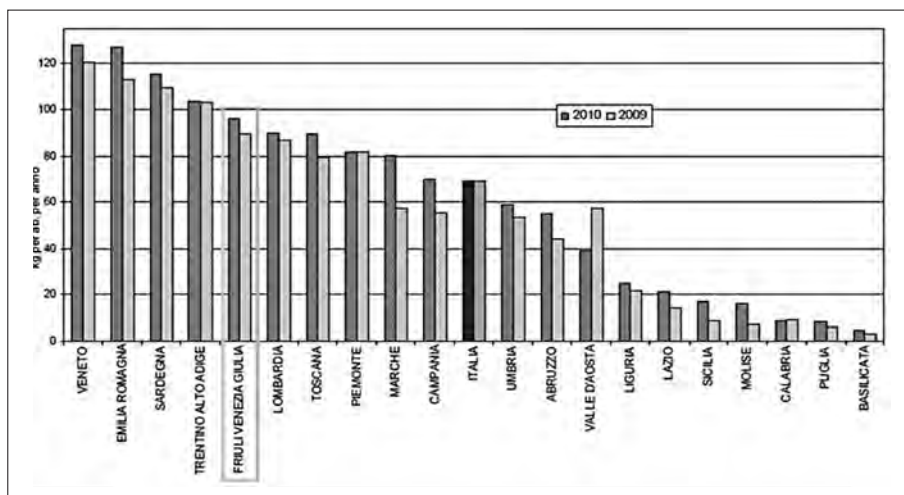


Figure 2. Racuelte diferenziade par abitant de frazion organiche par region (ISPRA 2012).

3. Il c as di studi. Il studi al   consist t intune indagjin a nivel loc l che e   cjap t dentri la stime dai flus loc i di substrât e dal metan che si podarès produci par codigestion, la planificazion di parcs di conversion energetiche, la valutazion de energjie prodote e la stime de riduzion des emissions di anidride carboniche.

3.1. I substrât considerâts. I substrâts analizâts a son la frazion organiche dai refudons urbans e i pantans di depurazion. Pe frazion organiche la normative taliane (DPR 915/82, D.lgs. 22/97, D.lgs. 152/06 *Norme in materia ambientale*) e considere une vore impuartant il torn  a dopr  i prodots considerâts refudons, dopo trataments che ju netin e ju riciclin. I obietifs a son il reinseriment dai materiâi te produzion, la separazion dai materiâi pericol s e dai prodots masse grancj e il tratament des frazions di cualitât. Confrontant il Fri l cu la medie nazionâl di produzion di refudons organics, si pues viodi subit che la nestre region e manten une produzion plui alte de medie dal Pa s (Figure 2).

Chel altri substrât considerât a son i pantans di depurazion dai implants di tratament des aghis di scaric des cjasis, dai scarics civ i e des aghis sporcjis industri ls. A son st ts considerâts i pantans primaris e secundaris.

3.2. *Il teritori selezionât.* La zone dal Friûl che e je stade considerade e cjape dentri Udin e altris comuns in Provincie di Udin a sud de provincie stesse. La zone selezionade e je compate e caraterizade di une densitât di popolazion suficiente. A son ancje tantis ativitâts industriâls, comerciâls e agriculis. I comuns sielzûts a son: Bagnarie (8), Basilian (9), Bertiûl (10), Bicinins (11), Cjampfuarmit (16), Cjasteons di Strade (20), Codroip (27), Gonârs (44), Listize (48), Martignà (57), Merêt di Tombe (58), Morteau (62), Palme (70), Pasian di Prât (72), Pavie (74), Porpêt (77), Puçui (79), Pradaman (80), Remanzâs (91), Sant Zorç di Noiâr (100), Sante Marie la Lungje (104), Talmassons (114), Tor di Zuin (123), Trivignan (128), Udin (129) (Figure 3). Lis aziendis responsabilis dal servizi di gjestion dai refudons che a operin in cheste zone a son A&T2000 e Net. Pai pantans si son considerâts i dâts di AMGA, CAFC e Acquedotto Poiana.

3.3. *Elaborazion dai dâts.* Pe frazion organiche dai refudons solits urbans a son stadis fatis dôs stimis, une teoriche e une pratiche. La stime teoriche si riferìs ae produzion di refudum umit mensîl par persone calcolade dai dâts di ISPRA (Rapporto Rifiuti 2012), che e je di 3,32 kg/(abitant par mês). La stime pratiche si riferìs ai comuns selezionâts e ai dâts furnîts di Net e A&T; e je plui alte de prime e pari a cuasi 5 kg/(ab. mês). Considerant ancje i pantans di depurazion, il substrât totâl disponibil a nivel locâl al è di 184.558 kg/dì, di chescj 33.280 kg/dì di frazion organiche e 151.278 kg/dì di pantans.

3.4. *Valutazions sui pussibii implants in codigestion.* A son stâts individuâts doi sîts pussibii pal tratament dai substrâts e a corispuindin ai implants di Udin e Sant Zorç di Noiâr pai vantaçs gjestionâi che a puedin garantî tal post-tratament de frazion licuide dal digjestât. Il teritori al è stât dividût in dôs parts che a corispuindin aes zonis che a fasin riferiment a Udin e Sant Zorç. De elaborazion dai dâts relatîfs a lis dôs zonis, l'implant di Udin al pues tratâ 168.115 kg/dì e chel di Sant Zorç 16.443 kg/dì. Par ogni implant a son stâts analizâts i parametris che a vegnin elencâts: il rapuart C:N de misture di pantan e frazion organiche dai refudons, la percentuâl di frazion organiche e pantan de misture, la per-



Figure 3. Comuns selezionâts pe analisi.

centuâl di TS (*total solids*) e di VS (*volatile solids*). L'implant di Udin al pues ricevi materiâl prodot di 186.158 abitants e la quartade ricevude e pues sei inviade a doi digjestôrs di 2.800 e 952 m³. L'implant di Sant Zorç al pues tratâ refudons di une aree di 37.188 abitants cuntun reatôr di 383 m³. Lis proprietâts dai substrâts si fondin su valôrs di leterature e su stîmis pes diversis tipologjîis di substrâts, comprendûts i pantans e la frazion organiche dai refudons. Pai calcui si è considerât che lis resis in metan a sedin di 300 Nl_{CH₄}/kg_{vs} pe frazion organiche e di 200 Nl_{CH₄}/kg_{vs} pai pantans. La produzion di metan stimade pai doi implants e je di 2.834 Nm³/dî par Udin e di 347 Nm³/dî par Sant Zorç. Une volte che si cognòs il metan prodot par ogni implant, si pues stimâ la energjie prodote se il

biogas al ven impleât in cogjenerazion. Dai dâts di leterature si pues dî che di 1 Nm³ di metan si puedin otignî 2,9 kWh di eletricîtât e 4,9 kWh di calôr. L'implant di Udin al pues cussì produci 8.218 kWh/dî di energjie eletriche e 13.885 kWh/dî di calôr. L'implant di Sant Zorç investit al pues produci 1.007 kWh/dî di energjie eletriche e 1.702 kWh/dî di calôr. La energjie eletriche e je avonde par sodisfâ la domande di 935 fameis. Al è impuartant ricuardâ che i tims par recuperâ i coscj dai implants a son par solit di 5-6 agns.

4. Conclusions. La codigestion anaerobiche de frazion organiche dai refudons urbans e dai pantans di depurazion e je un procès che al permet di eliminâ e doprâ in maniere proficue i refudons fin cumò trascurâts. Tal teritori selezionât, dopo vê valutât il substrât disponibil, al è stât pussibil planificâ doi implants in codigestion anaerobiche. I risultâts otignûts a àn dimostrât che cheste metodologjie e je une vore util par produci energjie rignuvibile e e permet ancje di recuperâ il digjestât che al pues sei doprât in agriculture, come fissât de normative. Al è stât ancje pussibil stimâ la riduzion di anidride carboniche rispjet ai combustibii fossii tradizionâi: cheste riduzion e je di 820 toneladis ad an.

Anaerobic co-digestion plants: a case study in the Province of Udine

MARGHERITA BORSETTA, VALENTINA CABBAI,
DANIELE GOI*

Abstract. Sustainable development, limiting the negative impact of human activities on the environment, has become a critical concern for those working in the energy field. In this sense, there is a strong interest in alternative energy sources, in the re-use of waste materials, and in the reduction of greenhouse gas pollutants. The process of anaerobic co-digestion, the anaerobic digestion of two or more types of substrates, is a promising technology in this sector. This study examines a selected district in the Province of Udine, with the aim of establishing two treatment plants in co-digestion for the following types of substrate: sewage sludge and the organic fraction of municipal solid waste.

Key-words. Anaerobic digestion, organic waste, sludge treatment, energy conversion park.

1. Anaerobic digestion. Anaerobic digestion is the biochemical transformation of complex organic substances in an oxygen-free atmosphere. These substances are degraded until they are converted into solid matter and a gas (biogas). Digestion takes place in four successive stages: hydrolysis, in which extracellular reactions catalyze the liquefaction of putrescible materials and

hydrolyze simple carbohydrates, proteins and fats; acidogenesis, where the products of the previous step are converted by the action of intracellular enzymes into volatile acids, acetic acid, carbon dioxide and hydrogen; acetogenesis, in which the volatile acids are turned into acetic acid; and finally, methanogenesis, which consists in the reactions leading to the

* Department of Chemistry, Physics and the Environment, University of Udine, Italy. E-mail: borsetta.margherita@spes.uniud.it

formation of biogas (Visamara 1998).

The bacteria that take part in the different phases can be facultative or obliged anaerobes. These microorganisms are able to reduce the organic compounds and can be acidogenic or methanogenic (Visamara 1998). They are linked by a trophic chain in which the resulting products from a degradation stage are the substrate for the next stage (Bonomo 2008).

The main parameters that influence the metabolism of the microorganisms, as well as the digestion process, are temperature, pH, presence of short chain fatty acids, and C:N ratio. The speed of reaction governs the process, so temperature is a very important parameter that must be taken into account. The digestion reactors can operate in psychrophilic (temperature lower than 20 °C), mesophilic (between 20 and 40 °C) and thermophilic conditions (higher than 50 °C) (APAT 2005). Regarding the pH, the optimal pH range for the digestion process is very narrow and corresponds to values between 6.8 and 7.2 (Ward et al. 2008). Each phase is also characterized by a specific optimal pH range, so designers usually prefer to opt for the separation of the process in two stages: the hydrolysis-acidification stage and the acetogenesis-methanogenesis stage. Short chain fatty acids are intermediates of reaction and their production alters the pH in the reactor, negatively affecting the methanogenesis phase. The C:N ratio refers to the content of nitrogen present in the substrate: an excess of nitrogen can have toxic effects while a deficiency

indicates a lack of nutrients (Ward et al. 2008).

The substrates sent to the digestion phase are the organic fraction of municipal solid waste, i.e. the immediately degradable fraction of municipal waste consisting of kitchen waste, food waste, grass and garden waste; sludge from wastewater treatment plants (by-products of the physical, chemical and biological processes to which wastewater is subjected in wastewater treatment plants); agricultural waste and organic waste from the food industry (yard trimmings, crop residues, scraps of food production); dedicated energy crops and finally agricultural livestock effluents.

The digestion process can also be distinguished taking into account the solids content (TS, total solids) that characterises the treated substrates. Three types of processes can be identified: the wet process with less than 10-15% TS, the semidry process with around 15-20% TS, and the dry process with a TS between 20 and 50 % (APAT 2005).

2. The research. The study focuses on the concept of Energy Conversion Park (ECP). As defined in a research carried out in Belgium and Denmark, an ECP is a site where the synergistic and multidimensional conversion of the locally available substrates takes place. The ECP is equipped with a set of technologies for the conversion of the substrates into energy. The use of local origin substrates and their conversion into energy or products, which can be used in the same region where the plant is, contributes to lim-

Table1. Required conditions for anaerobic digestion (Dornak 2012).

<i>Parameter</i>	<i>Hydrolysis/acidification</i>	<i>Methane fermentation</i>
temperature	25-35 °C	mesophilic: 35-40 °C thermophilic: 52-57 °C
pH value	5.2-6.3	6.7-8.2
C:N ratio	10-45	20-30
solid matter content	< 40% dry matter	< 30% dry matter
redox potential	< +400, > -300 mV	< -250 mV
nutrient demand C:N:P:S	500 : 15 : 5 : 3	600 : 15 : 5 : 3
trace elements	no specific requirements	essential: Ni, Co, Mo, Se

it the use of fossil fuels, reducing the emissions of greenhouse gases, the costs of energy production, and those of managing the waste materials. The design of an ECP includes the following steps: localization of the plant, detailed analysis of the region in terms of substrate available from the various sectors, estimation of the local demand of energy, formulation of ideas about the practical realization of the ECP, assessment of technical and economical aspects and business plan (Guisson et al. 2012).

2.1. The co-digestion plant. An anaerobic co-digestion plant can be divided into three sections. The first section includes reception and pre-treatment of the substrates received. The reception phase can be performed using a square exhaust satin or an underground pit. Pre-treatments allow to obtain a matrix suitable for the digestion process.

The second section comprises the substrate preparation steps (homoge-

nization, regulation of humidity and temperature) which allow to obtain a matrix with optimal characteristics. This second section includes also the anaerobic digestion itself. The digestion can be influenced by the reactor configuration and depends on various factors that should be closely monitored to ensure successful operations.

For this reason, an integrated approach needs to be planned: appropriate equipment, staff preparation, specialized technical assistance are required in order to ensure the control and compliance of microbial metabolic and growth factors.

The third section deals with the production, purification and use of biogas (APAT 2005). Biogas is composed of 60% methane while the remaining 40% is constituted of carbon dioxide and other gases (Table 2).

The biogas can be used to produce heat and electricity (even in cogeneration) and biofuels. It can also be used as a fuel or introduced di-

Table 2. Biogas composition (APAT 2005).

Components	Percentage
methane (CH ₄)	55-65%
carbon dioxide (CO ₂)	35-45%
hydrogen sulfide (H ₂ S)	0,02-0,2%
water vapor	saturation
hydrogen, ammonia	traces
oxygen, nitrogen	traces

rectly into the grid (Figure 1). Before its use, it is refined with desulphurisation and dehumidification.

Finally, the slurry produced can be used in its liquid component and in its solid part, both rich in nutrients and used as fertilizer or culture medium.

3. The case study. The study consists of a survey carried out at local level that includes the estimation of the local flows of substrates, the estimation of the volume of methane that can be produced by co-digestion, the planning of Energy Conversion Parks, the evaluation of the energy produced

and finally the estimation of reduction in carbon dioxide emissions.

3.1 The substrates analyzed. The substrates analyzed are the organic fraction of the municipal solid waste (MSW) and the sewage sludge. Regarding the organic fraction of the MSW, the Italian legislation (DPR 915/82, D.lgs. 22/97, D.lgs. 152/06 *Norme in materia ambientale*) requires the re-use of the waste materials generated after primary treatments of cleanup and recycling. The objectives are the reintegration of the materials in the production cycle, the

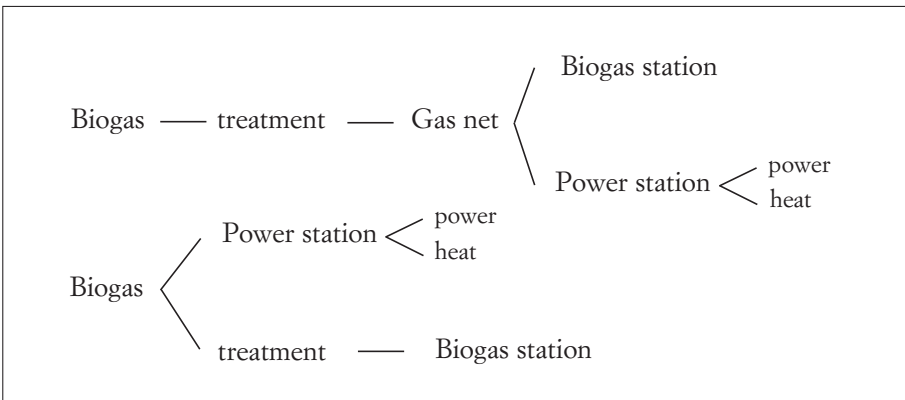


Figure 1. Biogas utilisation options (Dornack 2012).

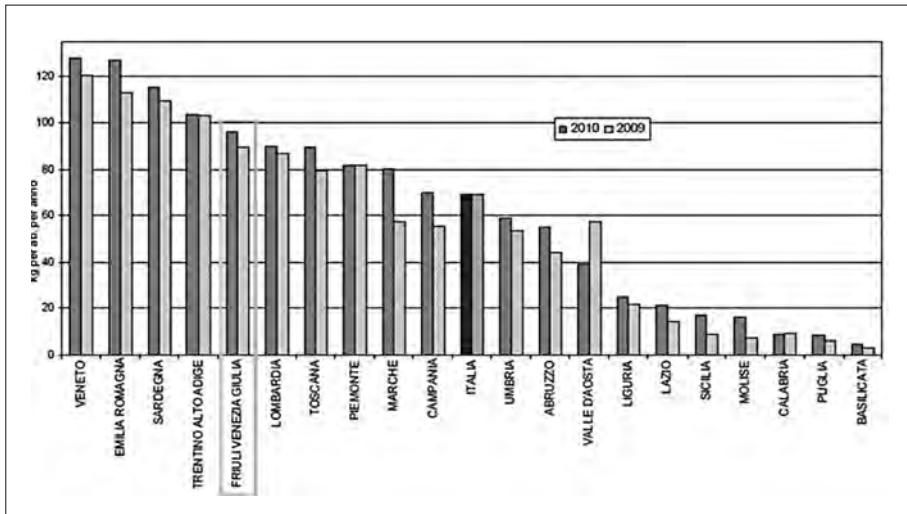


Figure 2. Separate collection of organic waste per capita by region (ISPRA 2012).

separation of hazardous materials and bulky waste and the treatment of fractions of quality. When examining the organic fraction generation rate (nationwide), expressed as kg/(capita year), Friuli Venezia Giulia appears to maintain a production above the national average (Figure 2).

The other substrates of interest are the sewage sludge from plants treating urban wastewater and wastewater from industrial sources. Primary and secondary sludge are treated.

3.2. The territory selected. The areas of Friuli Venezia Giulia considered include Udine and other municipalities in the Province of Udine located to the south of the province itself. The selected area is fairly compact and characterized by a sufficient population density and by the presence of numerous industrial, commercial and

agricultural activities. The municipalities selected are (Figure 3) Bagnaria Arsa (8), Basiliano (9), Bertiole (10), Bicinicco (11), Campoformido (16), Castions di Strada (20), Codroipo (27), Gonars (44), Lestizza (48), Martignacco (57), Mereto di Tomba (58), Mortegliano (62), Palmanova (70), Piasian di Prato (72), Pavia di Udine (74), Porpetto (77), Pozzuolo del Friuli (79), Pradamano (80), Remanzacco (91), San Giorgio di Nogaro (100), Santa Maria la Longa (104), Talmassons (114), Torviscosa (123), Trivignano Udinese (128), Udine (129). The companies in charge of the integrated management service of the waste cycle operating in this area are A&T2000 and Net. The data about sludge from the wastewater treatment plants are from AMGA, CAFC and Acquedotto Poiana.

3.3. Data processing. Taking into ac-

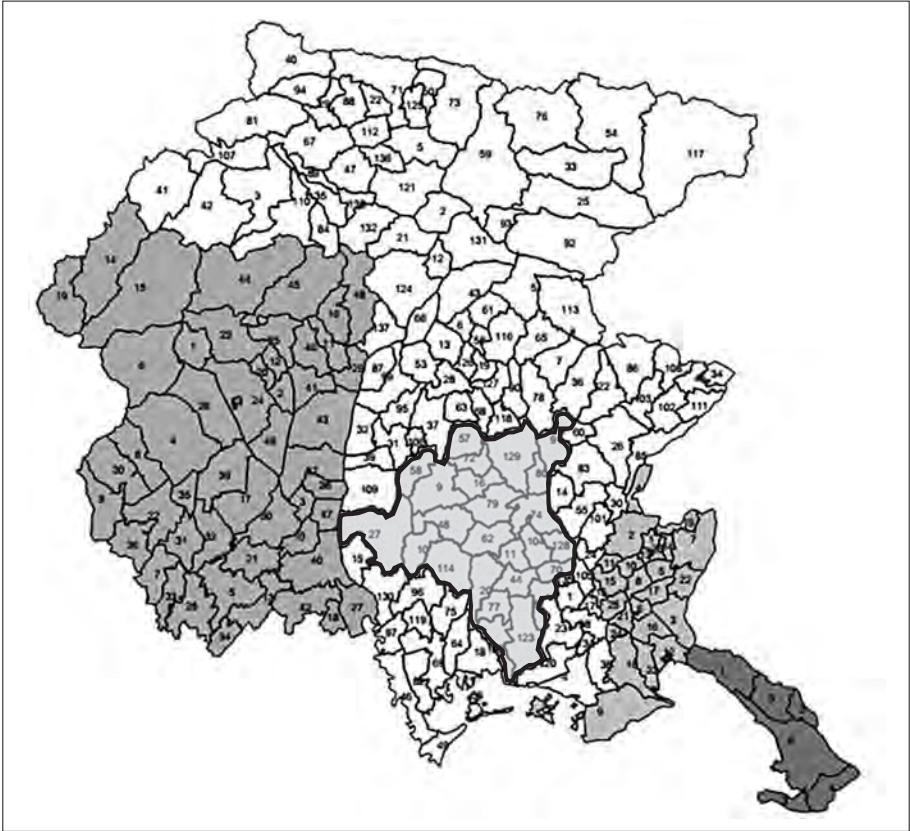


Figure 3. Municipalities selected for the analysis.

count the data on the organic fraction of MSW, two estimations have been made: a theoretical and an experimental estimation. The theoretical estimation refers to the per-capita production on a monthly basis, calculated using data published on ISPRA Waste Report 2012. This production rate amounts to 3.32 kg/(capita month). The practical estimation refers to the municipalities selected and to data supplied by A&T and Net. The latter is greater than the first

and equals to almost 5 kg/(capita month). Considering also the sewage sludge, the total substrate locally available amounts to 184558 kg/day, of which 33280 kg of the organic fraction of MSW and 151278 kg of sludge.

3.4. Individuation of possible co-digestion plants. Two possible suitable sites for the treatment of the selected substrates were identified and they correspond to the wastewater treatment

plant of Udine and that of San Giorgio di Nogaro. These sites were chosen for the advantages in terms of management that they offer for the post-treatment of the liquid fraction of the digested material. The territory was then divided into two parts corresponding to the areas of Udine and San Giorgio. From data relating to the two areas, the plant located in Udine can potentially treat 168115 kg per day, while the San Giorgio one can treat 16443 kg per day. For each plant the following parameters were analyzed: C:N ratio of the mixture, percentage by volume of organic MSW and sludge in the mixture, TS% (total solids) and VS% (volatile solids) of the mixture. The plant of Udine can receive the waste produced by 186158 inhabitants and the waste flow materials received can be treated using two digestion reactors respectively of 2800 and 952 m³. The plant of San Giorgio can treat waste from an area of 37188 inhabitants, the flow rate received per day can be digested in a reactor of 383 m³. The properties of most of the substrates are based on literature values and estimations relating to different types of substrates, including the organic waste fraction and the municipal sewage sludge. For the calculations, it was assumed a methane yield of 300 Nl_{CH₄}/kg_{VS} for the organic fraction of MSW and 200 Nl_{CH₄}/kg_{VS} for the sludge. The production of methane that was estimated for the two systems is therefore respectively 2834 Nm³/day in the plant of Udine and

347 Nm³/day at the plant in San Giorgio. Knowing the methane yields for each plant, it is possible to estimate the energy produced if the biogas is entirely used in cogeneration. From the literature data, it can be assumed that from 1 Nm³ of methane 2.9 kWh of electricity and 4.9 kWh of heat are obtained. The plant set in Udine can produce 8218 kWh/day of electrical energy and 13885 kWh/day of heat, the San Giorgio one 1007 kWh/day of electrical energy and 1702 kWh/day of heat. The electrical energy obtained from biogas is sufficient to meet the energy demand of 935 families. It should also be noted that the pay-back times for the plants are usually of about 5-6 years.

4. Conclusions. The anaerobic co-digestion of the organic fraction of municipal solid waste and sewage sludge is a process that allows to eliminate and use profitably waste that was previously not exploited. In the selected district, after the evaluation of the available substrates, it was possible to plan two anaerobic co-digestion plants. The results obtained have shown that it is a satisfactory method for the production of renewable energy and that it also allows the recovery of the digested materials which can be employed in agriculture in accordance with local regulations. It was also possible to estimate the reduction in the emissions of carbon dioxide compared to those of traditional fossil fuels: the reduction amounted to 820 tons per year.

Bibliografie/ References

- APAT – Agenzia per la protezione dell’ambiente e per i servizi tecnici (2005). *Digestione anaerobica della frazione organica dei rifiuti solidi: aspetti fondamentali, progettuali, gestionali, di impatto ambientale ed integrazione con la depurazione delle acque reflue*. Manuali e linee guide, 13.
- Bonomo L. (2008). *Trattamenti delle acque reflue*. Milano: McGraw-Hill.
- Dornack C. (2012). *Biogas: the process chain from waste collection to waste water disposal*. Proceedings to the Fourth International Symposium on Energy from Biomass and Waste, San Servolo, Venice, 12-15 November 2012 (online at www.iwwg.eu – members area).
- Guisson R., Pelkmans L., Devriendt N., Marquez-Luzardo N., Broeze J., Van Dael M., Van Passel S., Reuerman S. (2012). *Energy Conversion Parks: a concept case study for the efficient use of locally available biomass*. Proceedings to the Fourth International Symposium on Energy from Biomass and Waste, San Servolo, Venice, 12-15 November 2012 (online at www.iwwg.eu – members area).
- ISPRA – Istituto Superiore per la protezione e la ricerca ambientale (2011). *Produzione termoelettrica ed emissioni di CO2. Fonti rinnovabili e impianti soggetti a ETS*. Report n. 135/2011, chapters 1.6 and 1.7.
- ISPRA – Istituto Superiore per la protezione e la ricerca ambientale (2012). *Rapporto Rifiuti Urbani 2012*. Report n. 163/2012, chapter 2 and appendix 1.
- Visamara R. (1998). *La depurazione biologica. Teoria e processi*. Milano: Hoepli.
- Ward A.J., Hobbes P.J., Holliman P.J., Jones D.L. (2008). Optimisation of the anaerobic digestion of agricultural resources. *Bioresource Technology*, 99: 7928-7940.

Costruzion esate di tràfs cun carics di ponte predefinîts

ANTONINO MORASSI *

Ristret. L'articul al ilustre un procediment analitic pe costruzion esate di tràfs di Eulêr-Bernoulli cun valôrs assegnâts pai prins N carics di ponte. Il risultât si apliche a tràfs incernierâts aes estremitâts e a tràfs cun rigjidece flessionâl costante. La analisi si fonde suntune riduzion dal probleme di stabilitât a un probleme ai autovalôrs par une cuarde vibrante, e e dopre risultâts resints su la costruzion di operadôrs di Sturm-Liouville cun frecuencis naturâls assegnadis.

Peraulis clâf. Carics di ponte, tràfs, Leme di Darboux, operadôrs cuasi-isospe-trâi, problemis inviers.

1. Introduzion. Intun lavôr resint (Caliò et al., 2011) i autôrs a àn mostrât cemût costruî fameis di tràfs di Eulêr-Bernoulli che a vedin la stesse secunce infinide di carics di ponte rispjet a un dât tràf cun vincui tes estremitâts specificâts. Chescj tràfs a son stâts clamât *isobuckling*, ven a dî cun ducj i carics di ponte compagns.

La ricercje svilupade in (Caliò et al., 2011), dut câs, no à sclarît se al sedi pussibil costruî un tràf di Eulêr-Bernoulli che al vedi valôrs assegnâts precîs pai prins N carics di ponte. In cheste note o intindìn dâ une rispueste positive ae domande parsore e, sot ciertis cundizions, o presentìn un procediment costrutîf esplicit par risolvi il probleme inviers.

Il nestri risultât al è valit par tràfs incernierâts aes estremitâts, cun caric assiâl di compression costant e coeficient di rigjiditât che al varie secont une funzion regolâr. La analisi si fonde suntune riduzion dal

*Dipartiment di Ingegnerie Civîl e Architeture, Universitât dal Friûl, Udin, Italie.
Email: antonino.morassi@uniud.it

probleme di stabilitât a un probleme ai autovalôrs ecuivalent par une classe di cuardis fissadis ai doi cjaveçs, e e adate risultâts resints su la costruzion precise di operadôrs di Sturm-Liouville in forme canoniche cun frecuencis naturâls assegnadis, cfr. (Morassi, 2015). In particolâr, il strument matematic principâl si fonde suntun classic leme di Darboux (Darboux, 1882), che al permet di costruî in forme esplicite fameis di operadôrs di Sturm-Liouville che a condividin i stes autovalôrs di un operadôr di Sturm-Liouville dât, cu la ecezion di un unic autovalôr che al è libar di movisi intun interval assegnât. Chescj operadôrs a son clamâts *operadôrs quasi-isospetrâi*. Cun di plui, la analisi ilustrade in (Morassi, 2015) e je doprade par determinâ cuardis corrispondentis ai operadôrs quasi-isospetrâi di Sturm-Liouville e, ae fin, par cjatâ trâfs *quasi-isobuckling* rispjet a un ciert trâf dât.

2. Instabilitât elastiche di un trâf e probleme di cuardis ecuivalent.

Considerin un trâf elastic dret e sutîl sogjet a un caric assiâl di compression costant P , $P > 0$. Il probleme di stabilitât al è guviernât de ecuazion di Eulêr-Bernoulli-Kirchhoff (cfr. (Love, 1944))

$$\frac{d^2}{dx^2} \left(EI(x) \frac{d^2 v(x)}{dx^2} \right) + P \frac{d^2 v(x)}{dx^2} = 0, \quad x \in (0, L), \quad (2.1)$$

dulà che $v = v(x)$ al è il spostament laterâl dal as dal trâf te sezion de absisse x valutât tal plan principâl di curvadure. Inte ecuazion (2.1), E al è il modul di Young dal materiâl, $E = \text{constant} > 0$, e $I = I(x)$ al è il moment di inerzie de sezion dal trâf riferît a un as principâl che al passe pal baricentri de sezion. In particolâr si ocuparin di trâfs dulà che $I(x)$ al è une funzion simpri positive, diferenziabile cun continuitât fint al secont ordin, di x in $[0, L]$, vâl a dî

$$I(x) \geq I_0 > 0, \quad x \in [0, L], \quad I \in C^2([0, L]). \quad (2.2)$$

Suponin che il trâf al sedi incernierât aes estremitâts (*Pinned-Pinned*, P-P). Il probleme di stabilitât al consist tal risolti il probleme ai autovalôrs

$$\begin{cases} \frac{d^2}{dx^2} \left(I(x) \frac{d^2 v(x)}{dx^2} \right) + \lambda^2 \frac{d^2 v(x)}{dx^2} = 0, & x \in (0, L), & (2.3) \\ v(0) = \frac{d^2 v(0)}{dx^2} = 0, & & (2.4) \\ v(L) = \frac{d^2 v(L)}{dx^2} = 0, & & (2.5) \end{cases}$$

dulà che

$$\lambda^2 = \frac{P}{E}. \quad (2.6)$$

Cun chestis ipotesis, e je une secunce di carics di ponte $\{P_m = \lambda_m^2 E\}_{m=1}^\infty$ cun

$$0 < P_1 < P_2 < \dots, \quad \lim_{m \rightarrow \infty} P_m = \infty, \quad (2.7)$$

di mût che (2.3)–(2.5) a àn une soluzion no banâl $v_m = v_m(x)$, $m \geq 1$. Cheste secunce e je il *spetri di instabilitât* dal trâf incernierât e o scrivìn

$$\{\lambda_m^2\}_{m=1}^\infty = \text{BSp}(I(x); P - P). \quad (2.8)$$

La proposizion chi sot e aferme la ecuivalence jenfri il probleme ai autovalôrs (2.3)–(2.5) e il probleme de vibrazion libare di une famee di cuardis tiradis.

Proposition 2.1:

Se $\{\lambda^2, v(x)\}$ e je une autocubie di (2.3)–(2.5) dulà che $I = I(x)$ ai sodisfe (2.2), alore $\{\lambda^2, v(x)\}$ e je une autocubie di

$$\begin{cases} \frac{d^2 v(x)}{dx^2} + \lambda^2 \rho(x) v(x) = 0, & x \in (0, L), \\ v(0) = 0 = v(L), \end{cases} \quad (2.9)$$

$$(2.10)$$

cun

$$\rho(x) = \frac{1}{I(x)}, \quad x \in [0, L]. \quad (2.11)$$

Vice versa, se $\{\lambda^2, v(x)\}$ e je una autocubie di (2.9)–(2.10), alore $\{\lambda^2, v(x)$ e je una autocubie di (2.3)–(2.5).

Il probleme ai autovalôrs (2.9)–(2.10) al descrif la vibrazion libare, infinitesimal, trasversâl di amplece $v = v(x)$ di una cuarde di frecuece λ e densitât di masse $\rho = \rho(x)$, $\rho \in C^2([0, L])$ e $\rho(x) \geq \rho_0 > 0$ in $[0, L]$. La cuarde e je tirade cun tension unitarie, e à lungjece L e e je fissade ai doi cjaveçs. Dimostrazion de Proposizion (2.1) e je presentade in (Caliò et al., 2011) (Proposizion 1).

3. Costruzion di trâfs cun carics di ponte assegnâts. Ponìn che n , $n \geq 1$, al sedi assegnât. La nestre metodiche si fonde su la costruzion esplicite di un gnûf trâf incernierât P-P cuasi-isobuckling rispjet al trâf dât, ven a stâi un trâf cun $I = I(x)$ che al vedi chei stes carics di ponte dal trâf dât $\hat{I} = \hat{I}(x)$, cu la ecezion dal caric di ponte n -esim. Di fat, mantignint fis ducj i autovalôrs λ_m^2 cun $m \neq n$ e movint l'autovalôr n -esim λ_n^2 al valôr desiderât, che o clamarin $\tilde{\lambda}_n^2$, e ripetint la procedure plui voltis, dopo N pas o varin costruît un trâf cui prins N autovalôrs assegnâts $\{\tilde{\lambda}_m^2\}_{m=1}^N$ e la costruzion e sarà completade.

I pas principâi de costruzion di trâfs incernierâts P-P cun $I = I(x)$, cuasi-isobuckling rispjet a un trâf incernierât dât cun $\hat{I} = \hat{I}(x)$, a son indicâts chi sot.

PAS 1. Il probleme ai autovalôrs de cuarde (2.9)–(2.10) al è ridusût ae forme canoniche di Sturm-Liouville cuntun potenziâl di Schrödinger \hat{q} (cfr. Sezion 3.1).

PAS 2. Il Leme di Darboux (cfr. Zonte) al è doprât par costruî fameis esplicitis di potenziâi di Schrödinger q cuasi-isospetrâi al potenziâl iniziâl \hat{q} (cfr. Sezion 3.2).

PAS 3. Il Leme di Darboux al è doprât une seconde volte in forme iterate par cjatâ densitâts di masse des cuardis corispondentis ai potenziâi cuasi-isospetrâi q (cfr. Sezion 3.3).

PAS 4. In fin, la ecuivalence afermade te Proposizion 2.1 e je doprade par cjatâ trâfs incernierâts P-P $I = I(x)$ cuasi-isobuckling rispjet al trâf incernierât iniziâl cun $\hat{I} = \hat{I}(x)$ (cfr. Sezion 3.4).

I pas 1-4 a saran analizâts tes sotsezions seguitivis.

3.1 Riduzion ae forme canoniche. Che al sedi assegnât un trâf incernierât (P-P) cun $\hat{I} = \hat{I}(x)$, che al sodisfi lis cundizions (2.2). Il spetri di instabilitât di chest trâf al è $\{\tilde{\lambda}_m^2\}_{m=1}^\infty = \text{BSp}(\hat{I}(x); P - P)$. Indichìn cun $\{\hat{\rho}(x)\}$ la cuarde corispondente fissade aes estremitâts (F-F) come definide te Proposizion 2.1, cuntun spetri $\{\tilde{\lambda}_m^2\}_{m=1}^\infty = \text{Sp}(\hat{\rho}(x); F - F)$. La trasformazion di Liouville

$$\xi(x) = \frac{1}{\hat{p}} \int_0^x (\hat{\rho}(s))^{1/2} ds, \quad \hat{p} = \int_0^L (\hat{\rho}(s))^{1/2} ds, \quad (3.1)$$

$$y(\xi) = \hat{a}(\xi)v(x), \quad \hat{a}^4(\xi) = \frac{L^2}{\hat{p}^2} \hat{\rho}(x), \quad (3.2)$$

e ridûs il probleme ai autovalôrs (2.9)–(2.10) (cun ρ rimplaçât di $\widehat{\rho}$) par $\{\widehat{\lambda}^2, v(x)\}$ ae forme canoniche di Sturm-Liouville

$$\begin{cases} \frac{d^2 y(\xi)}{d\xi^2} + \widehat{\mu}y(\xi) = \widehat{q}(\xi)y(\xi), & \xi \in (0, 1), \\ y(0) = 0 = y(1), \end{cases} \quad (3.3)$$

$$\quad (3.4)$$

dulà che l'autovalôr $\widehat{\mu}$ e il potenziâl $\widehat{q}(\xi)$, $\widehat{q} \in C^0([0, 1])$ a son definîts tant che

$$\widehat{\mu} = \widehat{p}^2 \widehat{\lambda}^2, \quad \widehat{q}(\xi) = \frac{1}{\widehat{a}(\xi)} \frac{d^2 \widehat{a}(\xi)}{d\xi^2}, \quad \xi \in (0, 1). \quad (3.5)$$

3.2 Potenziâi cuasi-isospetrâi. Lant daûr de analisi svilupade in (Pöschke & Trubowitz, 1987), si puedin costruî in maniere esplicite fameis di operadôrs di Sturm-Liouville $L = -\frac{d^2}{d\xi^2} + q(\xi)$, cun potenziâl $q(\xi)$ cuasi-isospetrâl al potenziâl $\widehat{q}(\xi)$ sot cundizions al contor di Dirichlet. La analisi si fonde sul Leme di Darboux descrit te Zonte; chi o ricuardìn dome il risultât principâl. Introdusìn cualchi notazion. Che n , $n \geq 1$ al sedi un numar dât e $t \in \mathbb{R}$ al sedi tâl che

$$\mu_{n-1}(\widehat{q}) < \mu_n(\widehat{q}) + t < \mu_{n+1}(\widehat{q}), \quad (3.6)$$

cun $\mu_0(\widehat{q}) = 0$. Indichìn cun δ_{ij} il simbul di Kronecker. Par $\mu \in \mathbb{C}$, ponìn che $y_i = y_i(\xi, \widehat{q}, \mu)$, $i = 1, 2$ e sedi la soluzion al probleme di valôr iniziâl

$$\begin{cases} y_i'' + \mu y_i = \widehat{q} y_i, & x \in (0, 1), \end{cases} \quad (3.7)$$

$$\begin{cases} y_i(0) = \delta_{i1}, \end{cases} \quad (3.8)$$

$$\begin{cases} y_i'(0) = \delta_{i2}, \end{cases} \quad (3.9)$$

e indichìn cun $w_n = w_n(\xi, \widehat{q}, \mu)$ la soluzion a

$$\begin{cases} w_n'' + \mu w_n = \widehat{q} w_n, & \xi \in (0, 1), \end{cases} \quad (3.10)$$

$$\begin{cases} w_n(0) = 1, \end{cases} \quad (3.11)$$

$$\begin{cases} w_n(1) = y_1(1, \mu_n, \widehat{q}), \end{cases} \quad (3.12)$$

par $\mu \neq \mu_n$ (notîn che la funzion w_n e à une singolaritât rimovibile cun $\mu = \mu_n$). Che al sedi

$$\omega_n(\xi, \hat{q}, \mu) = w_n(\xi, \hat{q}, \mu) \frac{dz_n(\xi, \hat{q})}{d\xi} - \frac{dw_n(\xi, \hat{q}, \mu)}{d\xi} z_n(\xi, \hat{q}) \quad (3.13)$$

dulà che z_n e je la autofunzion n -esime di (3.3)–(3.4) e $(\cdot)' = \frac{d(\cdot)}{d\xi}$. Par ogni $\hat{q} \in C^0([0, 1])$, la funzion $\omega_n = \omega_n(\xi, \hat{q}, \mu)$, $n \geq 1$, e je une funzion continue e simpri positive par $[0, 1] \times (\mu_{n-1}(\hat{q}), \mu_{n+1}(\hat{q}))$. Cun di plui, ω_n e je une funzion C^2 de variabile ξ in $[0, 1]$; cfr. (Pöschel & Trubowitz, 1987). O definìn $w_{n,t} = w(\xi, \hat{q}, \mu_n + t)$ e $\omega_{n,t} = \omega(\xi, \hat{q}, \mu_n + t)$.

Daûr de notazion parsore, par ogni dât n , $n \geq 1$, e cun t che al sodisfe la (3.6), si pues dimostrâ che il potenziâl

$$q(\xi) = \hat{q}(\xi) - 2 \frac{d^2}{d\xi^2} (\ln \omega_{n,t}(\xi)) \quad (3.14)$$

al à duçj i stes autovalôrs dal potenziâl $\hat{q}(\xi)$, cu la ecezion dal autovalôr n -esim, che al à un valôr $\mu_n(q) = \mu_n(\hat{q}) + t$. Cun di plui, lis autofunzions $\{k_{m,t}\}_{m=1}^\infty$ associadis a $q(\xi)$ a àn chestis espressions esplicitis

$$k_{m,t} = z_m - t \frac{w_{n,t}}{\omega_{n,t}} \int_0^\xi z_m(s) z_n(s) ds, \quad \text{par } m \geq 1, m \neq n, \quad (3.15)$$

$$k_{n,t} = \frac{z_n}{\omega_{n,t}}. \quad (3.16)$$

3.3 Cuardis cuasi-isopetrâls. I autovalôrs $\{\hat{\mu}_m\}$ di (3.3)–(3.4) a àn la forme asintotiche

$$\hat{\mu}_m = (m\pi)^2 + \hat{O}(1), \quad \text{par } m \rightarrow \infty, \quad (3.17)$$

cun $\hat{O}(1)$ grandece limitade par $m \rightarrow \infty$. Duncje, se lis dôs cuardis $\{\hat{\rho}(x)\}$ e $\{\rho(x)\}$ a son cuasi-isopetrâls, vâl a dî $\hat{\lambda}_m^2 = \lambda_m^2$ par ogni $m \neq n$, dulà che $n \geq 1$ al è un numar dât, alore, par m grant,

$$\hat{p}^2 \hat{\lambda}_m^2 = (m\pi)^2 + \hat{O}(1), \quad p^2 \lambda_m^2 = (m\pi)^2 + O(1), \quad (3.18)$$

di mût che

$$\hat{p}^2 = p^2. \quad (3.19)$$

Cumò, par cjatâ une cuarde fissade $\{\rho(x)\}$ cuasi-isospetrâl a une cuarde fissade dade $\{\widehat{\rho}(x)\}$, o vin prin di cjatâ une funzion $a = a(\xi)$ corrispondente al gnûf potenziâl cuasi-isospetrâl $q = q(\xi)$ dât di (3.14), ven a jessi

$$\frac{d^2 a(\xi)}{d\xi^2} = q(\xi)a(\xi), \quad (3.20)$$

cun $a = a(\xi)$ dal stes segn in $[0, 1]$. Une dople aplicazion dal Leme di Darboux e puarte a cheste espression esplicite par a :

$$a(\xi) = \widehat{a}(\xi) - t \frac{w_{n,t}(\xi)}{\mu_n \omega_{n,t}(\xi)} [z_n, \widehat{a}](\xi), \quad n \geq 1, \quad (3.21)$$

che si viodi (Morassi, 2015) pai details. In particulâr, si pues dimostrâ che $a = a(\xi)$ dade de (3.21) e je une funzion C^2 dal stes segn in $[0, 1]$ par ogni t che al sodisfi la (3.6).

Par completâ la costruzion di cuardis cuasi-isospetrâls, o invertìn la trasformazion di Liouville (3.1)–(3.2), ven a di

$$x(\xi) = \frac{L}{K} \int_0^\xi \frac{ds}{a^2(s)}, \quad K = \int_0^1 \frac{ds}{a^2(s)}, \quad (3.22)$$

$$v(x) = \frac{y(\xi)}{a(\xi)}, \quad \rho(x) = \frac{\widehat{p}^2 K^2}{L^2} a^4(\xi), \quad (3.23)$$

e il probleme ai autovalôrs di Sturm-Liouville (3.3)–(3.4) (cun $\widehat{q}(\xi)$ rimplaçât di $q(\xi)$) al è trasformât di gnûf intun probleme ai autovalôrs de cuarde

$$\begin{cases} \frac{d^2 v(x)}{dx^2} + \lambda^2 \rho(x)v(x) = 0, & x \in (0, L), \\ v(0) = 0 = v(L). \end{cases} \quad (3.24)$$

$$(3.25)$$

Di consequence, lis dôs cuardis $\{\widehat{\rho}(x)\}$, $\{\rho(x)\}$ de stesse lungjece L , fissadis aes estremitâts e sogjetis a tension unitarie, a son cuasi-isospetrâls. Cun plui precision, assegnât un numar n , $n \geq 1$, o varìn $\lambda_m^2(\widehat{\rho}(x)) = \lambda_m^2(\rho(x))$ par ogni $m \geq 1$, $m \neq n$, e l'autovalôr n -esim $\lambda_n^2(\rho(x))$ al è leât a $\lambda_n^2(\widehat{\rho}(x))$ par mieç di (3.6).

3.4 Costruzion di trâfs cuntun numar finît di carics di ponte. In cheste sezion o completarìn la dimostrazion dal risultât principâl dal articul. La analisi e va daûr di chê svilupade in (Morassi, 2015) (Sezion 5) pe determinazion di fameis di trâfs cun frecuencis naturâls assegnadis.

Considerìn un trâf incernierât cun $I_0 = I_0(x)$ e carics di ponte $\{\lambda_m^2(I_0)\}_{m=1}^\infty$ (par esempi, autovalôrs di (2.3)–(2.5) cun $I(x)$ rimplaçât di $I_0(x)$). A partî di chest trâf incernierât, o intindin costruînt un secont che al vedi valôrs assegnâts pai prins N , $N \geq 1$, carics di ponte $\{\tilde{\lambda}_m^2\}_{m=1}^N$, cun

$$0 < \tilde{\lambda}_1^2 < \tilde{\lambda}_2^2 < \dots < \tilde{\lambda}_N^2. \quad (3.26)$$

Seguint la analisi des sezions precedents, a partî dal trâf $I_0(x)$ o costruînt un altri trâf $I_1(x)$ di mût che $\lambda_m^2(I_1) = \lambda_m^2(I_0)$ par $m \geq 2$, e che $\lambda_1^2(I_1)$ al coincidi cul valôr desiderât $\tilde{\lambda}_1^2$. In particolâr, indicant cun $a_0(\xi)$ la funzion $\hat{a}(\xi)$ che e comparìs in (3.2) (e che e corispuint al prin trâf $I_0(x)$), la funzion $a_1 = a_1(\xi)$ asociade al gnûf trâf $I_1(x)$ e je dade di (3.21):

$$a_1(\xi) = a_0(\xi) - t \frac{w_{1,t}(\xi)}{\mu_1(I_0)\omega_{1,t}(\xi)} [z_1(I_0), a_0](\xi) \quad (3.27)$$

dulà che lis funksions $w_{1,t}(\xi)$, $\omega_{1,t}(\xi)$ a son definidis, tal ordin, in (3.10)–(3.12), (3.13), cun $\hat{q}(\xi)$ rimplaçât di $\hat{q}_0(\xi) = \frac{1}{a_0(\xi)} \frac{d^2 a_0(\xi)}{d\xi^2}$. In plui, μ_m e λ_m a son leadis tant che in (3.5), e t e sodisfe (3.6). Se $\tilde{\mu}_1 < \mu_2(I_0)$, o podìn rigjavâ t , par esempi $t = t_1$, di mût che $\mu_1(I_1) = \tilde{\mu}_1$. Il gnûf trâf $I_1(x)$ al à carics di ponte (o autovalôrs) $\{\tilde{\lambda}_1^2, \lambda_2^2(I_0), \lambda_3^2(I_0), \dots\}$, cun $0 < \tilde{\lambda}_1^2 < \lambda_2^2(I_0) < \lambda_3^2(I_0) < \dots$, e al pues jessi doprât come pont di partence pal prossim pas de costruzion.

Ripetint i resonaments parsore, e tratant che $\tilde{\mu}_2 < \mu_3(I_0)$, o podìn modificâ I_1 in maniere di mantignî $\lambda_m^2(I_1)$ fisse par $m \neq 2$ e movi $\lambda_2^2(I_1)$ al valôr desiderât $\tilde{\lambda}_2^2$, cjapant

$$a_2(\xi) = a_1(\xi) - t_2 \frac{w_{2,t_2}(\xi)}{\mu_2(I_1)\omega_{2,t_2}(\xi)} [z_2(I_1), a_1](\xi), \quad (3.28)$$

dulà che

$$t_2 = \tilde{\mu}_2 - \mu_2(I_0). \quad (3.29)$$

I carics di ponte dal trâf incernierât $I_2(x)$ (associâts a $a_2(\xi)$) a son duncje $\{\tilde{\lambda}_1^2, \tilde{\lambda}_2^2, \lambda_3^2(I_0), \lambda_4^2(I_0), \dots\}$. Rifasint cheste procedure plui voltis, dopo N

pas o varin un trâf cun coeficient $I_N(x)$ tâl che

$$\lambda_m^2(I_N) = \tilde{\lambda}_m^2, \quad \text{par } 1 \leq m \leq N, \quad (3.30)$$

e la costruzion e je completade. Al è clâr che la siele dal trâf iniiziâl $I_0(x)$ e je limitade des cundizions

$$\tilde{\lambda}_1^2 < \lambda_2^2(I_0), \quad \tilde{\lambda}_2^2 < \lambda_3^2(I_0), \quad \dots, \quad \tilde{\lambda}_{N-1}^2 < \lambda_N^2(I_0), \quad \tilde{\lambda}_N^2 < \lambda_{N+1}^2(I_0), \quad (3.31)$$

che nus permetin di determinâ in maniere univoche i numars t_1, t_2, \dots, t_N cun espressions analighis ae ecuazion (3.29).

O segnalîn che la costruzion parsore no je uniche, stant che il passaç dal trâf iniiziâl I_0 a un trâf cun valôrs assegnâts pai prins N carics di ponte e dipent di in ce ordin che si movin i singui autovalôrs rispjet al valôr che si vûl rivâ. Sì che duncje, lis cundizions (3.31) tal prin trâf I_0 a puedin mudâ daûr de secuece dai cambiaments di autovalôr.

In fin, o rimarchìn che i resonaments fats fin cumò a puedin jessi adatâts a altris tipologjii di vincui aes estremitâts. Di fat, daûr de Propozizion 2 di (Caliò et al., 2011), la ecuivalence tra il probleme di stabilitât dai trâfs e il probleme ai autovalôrs des cuardis afermade te Propozizion 2.1 e pues jessi slargjade a situazions dulà che un trâf, par esempi, al vedi a man çampe une estremitât incernierade e a man drete un vincul scorevul, par esempi, $\frac{dv}{dx}(L) = 0$ e $\frac{d}{dx} \left(I \frac{d^2v}{dx^2} \right) (L) = 0$. La corrispondence e colegarà lis estremitâts incernierade e mobile dal trâf aes estremitâts, tal ordin, fisse e libare de cuarde.

4. Conclusions. In chest articul o vin considerât il probleme di cemût costruî trâfs di Eulêr-Bernoulli che a vedin valôrs assegnâts pai prins N carics di ponte, sot cundizions al contor specificadis. La analisi si fonde sul fat che il probleme di stabilitât par un trâf incernierât al è ecuivalent al probleme ai autovalôrs par une cuarde vibrante fissade aes estremitâts. Il pont clâf de procedure e je la determinazion des cuardis cuasi-isospetrâls, ven a dî cuardis cun densitât di masse diferente che a àn il stes spetri de cuarde di partence, cu la ecezion di un dât autovalôr che al è libar di variâ intun interval assegnât. Sistemis cuasi-isospetrâi a vegnin po dopo rigjavâts midiant de aplicazion apropiade di un Leme di Darboux, vint ridot la ecuazion de cuarde ae forme canoniche di Sturm-Liouville. La procedure di ricostruzion e domande che al sedi specificât

un trâf iniziâl cun carics di ponte che a sodisfin ciertis cundizions di interrelazion cui carics di ponte assegnâts. Un aspjet teoretic ancjemò viert e che al valarès la pene di studiâ e je la caraterizazion dai trâfs sielzûts come pont di partence de procedure.

5. Zonte. In cheste zonte o ricuardìn il Leme di Darboux.

Lemma 5.1:

[(Darboux, 1882)] Che μ al sedi un numar reâl, e $g \equiv g(\xi)$ une soluzion no banâl de ecuazion di Sturm-Liouville

$$-g'' + \widehat{q}g = \mu g, \quad (5.1)$$

cun potenziâl continui $\widehat{q} \equiv \widehat{q}(\xi)$. Se f e je une soluzion no banâl di

$$-f'' + \widehat{q}f = \lambda f \quad (5.2)$$

e $\lambda \neq \mu$, alore

$$y = \frac{1}{g}[g, f] \equiv \frac{1}{g}(gf' - g'f) \quad (5.3)$$

e je une soluzion no banâl de ecuazion di Sturm-Liouville

$$-y'' + \check{q}y = \lambda y, \quad (5.4)$$

dulà che

$$\check{q} = \widehat{q} - 2(\ln(g(\xi)))''. \quad (5.5)$$

Cun di plui, la soluzion gjenerâl de ecuazion

$$-y'' + \check{q}y = \mu y \quad (5.6)$$

e je

$$y = \frac{1}{g} \left(b_1 + b_2 \int_0^\xi g^2(s) ds \right), \quad (5.7)$$

dulà che b_1 e b_2 a son costantis arbitrariis. In particolâr, $y = \frac{1}{g}$ e je une soluzion di (5.6).

Si à di tignî presint che se g si anule in $[0, 1]$, alore la ecuazion (5.4) e je vere jenfri lis lidrîs di g . Chestis situazions particolârs si risolvìn se si apliche il Leme di Darboux dôs voltis.

Exact determination of beams with given buckling loads

ANTONINO MORASSI *

Abstract. We present an analytical procedure for the determination of Euler-Bernoulli beams which have given values of the first N buckling loads. The result is valid for pinned-pinned end conditions and for beams with regular bending stiffness. The analysis is based on a reduction of the buckling problem to an eigenvalue problem for a vibrating string, and uses recent results on the exact construction of Sturm-Liouville operators with prescribed natural frequencies.

Key-words. Buckling loads, beams, Darboux Lemma, quasi-isospectral operators, inverse problems.

1. Introduction. In the recent paper (Caliò et al., 2011) the authors have shown how to construct families of Euler-Bernoulli beams which have exactly the same infinite sequence of buckling loads of a given beam under a specified set of end conditions. These beams are called *isobuckling beams*.

The research developed in (Caliò et al., 2011) left an important question unsolved, namely: can we construct an Euler-Bernoulli beam which has exactly given values of the first N buckling loads?

In this note we give a positive answer to the above question and, under suitable assumptions, we present a constructive explicit procedure for solving the inverse problem.

Our result holds for beams simply supported at the ends subject to constant compressive axial load and with regular bending stiffness coefficient. The analysis is based on a reduction of the buckling problem to

*Department of Civil Engineering and Architecture, University of Udine, Udine, Italy. E-mail: antonino.morassi@uniud.it

an equivalent eigenvalue problem for a class of fixed-fixed strings, and adapts recent results on the exact construction of second-order Sturm-Liouville operators in canonical form with prescribed natural frequencies, see (Morassi, 2015). In particular, the key mathematical tool relies on a classical lemma by Darboux (Darboux, 1882), which allows to explicitly construct families of Sturm-Liouville operators that share all the eigenvalues of a given Sturm-Liouville operator, with the exception of a single eigenvalue which is free to move in a prescribed interval. These operators are called *quasi-isospectral operators*. Finally, the analysis shown in (Morassi, 2015) is used to determine strings corresponding to the quasi-isospectral Sturm-Liouville operators and, ultimately, to find beams quasi-isobuckling to a given beam.

2. Elastic buckling of a beam and an equivalent string problem. Consider a thin straight elastic beam under constant compressive axial load P , $P > 0$. The buckling problem is governed by the Euler-Bernoulli-Kirchhoff equation (see (Love, 1944))

$$\frac{d^2}{dx^2} \left(EI(x) \frac{d^2 v(x)}{dx^2} \right) + P \frac{d^2 v(x)}{dx^2} = 0, \quad x \in (0, L), \quad (2.1)$$

where $v = v(x)$ is the transverse displacement of the beam axis at the cross-section of abscissa x evaluated with the principal plane of bending. In equation (2.1), E is the Young's modulus of the material, $E = \text{const.} > 0$, and $I = I(x)$ is the second moment of the cross-sectional area about a principal axis through the centroid of the cross-section. We shall be concerned with beams for which $I(x)$ is a strictly positive, twice continuously differentiable function of x in $[0, L]$, e.g.

$$I(x) \geq I_0 > 0, \quad x \in [0, L], \quad I \in C^2([0, L]). \quad (2.2)$$

Let us assume that the beam has Pinned-Pinned (P-P) ends. The buckling problem consists in solving the eigenvalue problem

$$\begin{cases} \frac{d^2}{dx^2} \left(I(x) \frac{d^2 v(x)}{dx^2} \right) + \lambda^2 \frac{d^2 v(x)}{dx^2} = 0, & x \in (0, L), & (2.3) \\ v(0) = \frac{d^2 v(0)}{dx^2} = 0, & & (2.4) \\ v(L) = \frac{d^2 v(L)}{dx^2} = 0, & & (2.5) \end{cases}$$

where

$$\lambda^2 = \frac{P}{E}. \quad (2.6)$$

Under the above assumptions, there exists an infinite sequence of buckling loads $\{P_m = \lambda_m^2 E\}_{m=1}^\infty$, with

$$0 < P_1 < P_2 < \dots, \quad \lim_{m \rightarrow \infty} P_m = \infty, \quad (2.7)$$

such that (2.3)–(2.5) have a non-trivial solution $v_m = v_m(x)$, $m \geq 1$. This sequence is the *buckling spectrum* of the Pinned-Pinned beam and we write

$$\{\lambda_m^2\}_{m=1}^\infty = \text{BSp}(I(x); P - P). \quad (2.8)$$

The following proposition states the equivalence between the eigenvalue problem (2.3)–(2.5) and the free vibration problem for a family of taut strings.

Proposition 2.1:

If $\{\lambda^2, v(x)\}$ is an eigenpair of (2.3)–(2.5) with $I = I(x)$ satisfying (2.2), then $\{\lambda^2, v(x)\}$ is an eigenpair of

$$\begin{cases} \frac{d^2 v(x)}{dx^2} + \lambda^2 \rho(x) v(x) = 0, & x \in (0, L), \\ v(0) = 0 = v(L), \end{cases} \quad (2.9)$$

$$(2.10)$$

with

$$\rho(x) = \frac{1}{I(x)}, \quad x \in [0, L]. \quad (2.11)$$

Viceversa, if $\{\lambda^2, v(x)\}$ is an eigenpair of (2.9)–(2.10), then $\{\lambda^2, v(x)\}$ is an eigenpair of (2.3)–(2.5).

The eigenvalue problem (2.9)–(2.10) describes the free, infinitesimal, transverse vibration of amplitude $v = v(x)$ of a string with frequency λ and mass density $\rho = \rho(x)$, $\rho \in C^2([0, L])$ and $\rho(x) \geq \rho_0 > 0$ in $[0, L]$. The string is pulled with unit tension, has length L and is fixed at both ends. A proof of Proposition (2.1) is presented in (Caliò et al., 2011) (Proposition 1).

3. Construction of beams with given buckling loads. Let $n, n \geq 1$, be given. The key step of our method is based on the explicit construction of a new P-P beam quasi-isobuckling to the given beam, that is a beam $I = I(x)$ having the same buckling loads as the given beam $\hat{I} = \hat{I}(x)$, with the exception of the n th buckling load. In fact, by keeping fixed all the eigenvalues λ_m^2 with $m \neq n$ and moving the n th eigenvalue λ_n^2 to the desired value, say λ_n^2 , and using repeatedly the procedure, after N steps we will construct a beam with the first N given eigenvalues $\{\tilde{\lambda}_m^2\}_{m=1}^N$, and the construction is completed.

The main steps of the construction of P-P beams $I = I(x)$ quasi-isobuckling to a given P-P beam $\hat{I} = \hat{I}(x)$ are the following.

STEP 1. The string eigenvalue problem (2.9)–(2.10) is reduced to Sturm-Liouville canonical form with Schrödinger potential \hat{q} (see Section 3.1).

STEP 2. The Darboux Lemma (see Appendix) is used to construct explicit families of Schrödinger potentials q quasi-isospectral to the initial potential \hat{q} (see Section 3.2).

STEP 3. The Darboux Lemma is applied once more in iterate form to determine string mass densities corresponding to the quasi-isospectral potentials q (see Section 3.3).

STEP 4. Finally, the equivalence stated in Proposition 2.1 is used to find P-P beams $I = I(x)$ quasi-isobuckling to the initial P-P beam $\hat{I} = \hat{I}(x)$ (see Section 3.4).

We shall analyze Steps 1-4 in the following subsections.

3.1 Reduction to canonical form. Suppose that a P-P beam $\hat{I} = \hat{I}(x)$, satisfying conditions (2.2), is given. The buckling spectrum of this beam is $\{\hat{\lambda}_m^2\}_{m=1}^\infty = \text{BSp}(\hat{I}(x); P - P)$. Denote by $\{\hat{\rho}(x)\}$ the corresponding Fixed-Fixed (F-F) string as defined in Proposition 2.1, with spectrum $\{\hat{\lambda}_m^2\}_{m=1}^\infty = \text{Sp}(\hat{\rho}(x); F - F)$. The Liouville transformation

$$\xi(x) = \frac{1}{\hat{p}} \int_0^x (\hat{\rho}(s))^{1/2} ds, \quad \hat{p} = \int_0^L (\hat{\rho}(s))^{1/2} ds, \quad (3.1)$$

$$y(\xi) = \hat{a}(\xi)v(x), \quad \hat{a}^4(\xi) = \frac{L^2}{\hat{p}^2} \hat{\rho}(x), \quad (3.2)$$

reduces the eigenvalue problem (2.9)–(2.10) (with ρ replaced by $\hat{\rho}$) for $\{\hat{\lambda}^2, v(x)\}$ to the Sturm-Liouville canonical form

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{d^2 y(\xi)}{d\xi^2} + \widehat{\mu} y(\xi) = \widehat{q}(\xi) y(\xi), \quad \xi \in (0, 1), \\ y(0) = 0 = y(1), \end{array} \right. \quad (3.3)$$

$$\left. \begin{array}{l} \end{array} \right\} \quad (3.4)$$

where the eigenvalue $\widehat{\mu}$ and the potential $\widehat{q}(\xi)$, $\widehat{q} \in C^0([0, 1])$, are defined as

$$\widehat{\mu} = \widehat{p}^2 \widehat{\lambda}^2, \quad \widehat{q}(\xi) = \frac{1}{\widehat{a}(\xi)} \frac{d^2 \widehat{a}(\xi)}{d\xi^2}, \quad \xi \in (0, 1). \quad (3.5)$$

3.2 Quasi-isospectral potentials. Following the analysis developed in (Pöschel & Trubowitz, 1987), it is possible to explicitly construct families of Sturm-Liouville operators $L = -\frac{d^2}{d\xi^2} + q(\xi)$, with potential $q(\xi)$ quasi-isospectral to the potential $\widehat{q}(\xi)$ under Dirichlet end conditions. The analysis is based on the Darboux Lemma described in the Appendix. Here, we simply recall the main result. Let us introduce some notation. Let n , $n \geq 1$, be a given number and let $t \in \mathbb{R}$ be such that

$$\mu_{n-1}(\widehat{q}) < \mu_n(\widehat{q}) + t < \mu_{n+1}(\widehat{q}), \quad (3.6)$$

with $\mu_0(\widehat{q}) = 0$. Denote by δ_{ij} the Kronecker symbol. For $\mu \in \mathbb{C}$, let $y_i = y_i(\xi, \widehat{q}, \mu)$, $i = 1, 2$, be the solution to the initial value problem

$$\left\{ \begin{array}{l} y_i'' + \mu y_i = \widehat{q} y_i, \quad x \in (0, 1), \\ y_i(0) = \delta_{i1}, \\ y_i'(0) = \delta_{i2}, \end{array} \right. \quad (3.7)$$

$$\left. \begin{array}{l} \end{array} \right\} \quad (3.8)$$

$$\left. \begin{array}{l} \end{array} \right\} \quad (3.9)$$

and denote by $w_n = w_n(\xi, \widehat{q}, \mu)$ the solution to

$$\left\{ \begin{array}{l} w_n'' + \mu w_n = \widehat{q} w_n, \quad \xi \in (0, 1), \\ w_n(0) = 1, \\ w_n(1) = y_1(1, \mu_n, \widehat{q}), \end{array} \right. \quad (3.10)$$

$$\left. \begin{array}{l} \end{array} \right\} \quad (3.11)$$

$$\left. \begin{array}{l} \end{array} \right\} \quad (3.12)$$

for $\mu \neq \mu_n$ (note that the function w_n has a removable singularity at $\mu = \mu_n$). Let

$$\omega_n(\xi, \widehat{q}, \mu) = w_n(\xi, \widehat{q}, \mu) \frac{dz_n(\xi, \widehat{q})}{d\xi} - \frac{dw_n(\xi, \widehat{q}, \mu)}{d\xi} z_n(\xi, \widehat{q}) \quad (3.13)$$

where z_n is the n th eigenfunction of (3.3)–(3.4) and $(\cdot)' = \frac{d(\cdot)}{d\xi}$. For every $\widehat{q} \in C^0([0, 1])$, the function $\omega_n = \omega_n(\xi, \widehat{q}, \mu)$, $n \geq 1$, is a continuous and

strictly positive function on $[0, 1] \times (\mu_{n-1}(\widehat{q}), \mu_{n+1}(\widehat{q}))$. Moreover, ω_n is a C^2 -function of the variable ξ in $[0, 1]$; see (Pöschel & Trubowitz, 1987). We define $w_{n,t} = w(\xi, \widehat{q}, \mu_n + t)$ and $\omega_{n,t} = \omega(\xi, \widehat{q}, \mu_n + t)$.

Under the above notation, for every given n , $n \geq 1$, and t satisfying (3.6), it is possible to prove that the potential

$$q(\xi) = \widehat{q}(\xi) - 2 \frac{d^2}{d\xi^2} (\ln \omega_{n,t}(\xi)) \quad (3.14)$$

has all the same eigenvalues of the potential $\widehat{q}(\xi)$, with the exception of the n th eigenvalue, which takes the value $\mu_n(q) = \mu_n(\widehat{q}) + t$. Moreover, the eigenfunctions $\{k_{m,t}\}_{m=1}^{\infty}$ associated to $q(\xi)$ have the following explicit expressions

$$k_{m,t} = z_m - t \frac{w_{n,t}}{\omega_{n,t}} \int_0^\xi z_m(s) z_n(s) ds, \quad \text{for } m \geq 1, m \neq n, \quad (3.15)$$

$$k_{n,t} = \frac{z_n}{\omega_{n,t}}. \quad (3.16)$$

3.3 Quasi-isospectral strings. The eigenvalues $\{\widehat{\mu}_m\}$ of (3.3)–(3.4) have the asymptotic form

$$\widehat{\mu}_m = (m\pi)^2 + \widehat{O}(1), \quad \text{as } m \rightarrow \infty, \quad (3.17)$$

with $\widehat{O}(1)$ bounded quantity as $m \rightarrow \infty$. Therefore, if the two strings $\{\widehat{\rho}(x)\}$ and $\{\rho(x)\}$ are quasi-isospectral, i.e. $\widehat{\lambda}_m^2 = \lambda_m^2$ for every $m \neq n$, where $n \geq 1$ is a given number, then, for m large,

$$\widehat{p}^2 \widehat{\lambda}_m^2 = (m\pi)^2 + \widehat{O}(1), \quad p^2 \lambda_m^2 = (m\pi)^2 + O(1), \quad (3.18)$$

so that

$$\widehat{p}^2 = p^2. \quad (3.19)$$

Now, to find a supported string $\{\rho(x)\}$ quasi-isospectral to a given supported string $\{\widehat{\rho}(x)\}$, we must preliminarily find a function $a = a(\xi)$ corresponding to the new quasi-isospectral potential $q = q(\xi)$ given by (3.14), that is

$$\frac{d^2 a(\xi)}{d\xi^2} = q(\xi) a(\xi), \quad (3.20)$$

with $a = a(\xi)$ of one-sign in $[0, 1]$. A double application of the Darboux Lemma yields the following explicit expression for a :

$$a(\xi) = \widehat{a}(\xi) - t \frac{w_{n,t}(\xi)}{\mu_n \omega_{n,t}(\xi)} [z_n, \widehat{a}](\xi), \quad n \geq 1, \quad (3.21)$$

see (Morassi, 2015) for details. In particular, it is possible to prove that $a = a(\xi)$ given by (3.21) is a C^2 -function of one sign in $[0, 1]$ for every t satisfying (3.6).

To complete the construction of quasi-isospectral strings, we reverse the Liouville transformation (3.1)–(3.2), namely

$$x(\xi) = \frac{L}{K} \int_0^\xi \frac{ds}{a^2(s)}, \quad K = \int_0^1 \frac{ds}{a^2(s)}, \quad (3.22)$$

$$v(x) = \frac{y(\xi)}{a(\xi)}, \quad \rho(x) = \frac{\widehat{p}^2 K^2}{L^2} a^4(\xi), \quad (3.23)$$

and the Sturm-Liouville eigenvalue problem (3.3)–(3.4) (with $\widehat{q}(\xi)$ replaced by $q(\xi)$) is transformed back into the string eigenvalue problem

$$\begin{cases} \frac{d^2 v(x)}{dx^2} + \lambda^2 \rho(x) v(x) = 0, & x \in (0, L), \\ v(0) = 0 = v(L). \end{cases} \quad (3.24)$$

Therefore, the two strings $\{\widehat{\rho}(x)\}$, $\{\rho(x)\}$ of equal length L , having fixed-end conditions and pulled by unit tension, are quasi-isospectral. More precisely, given a number n , $n \geq 1$, we have $\lambda_m^2(\widehat{\rho}(x)) = \lambda_m^2(\rho(x))$ for every $m \geq 1$, $m \neq n$, and the n th eigenvalue $\lambda_n^2(\rho(x))$ is connected with $\lambda_n^2(\widehat{\rho}(x))$ via (3.6).

3.4 Constructing beams with a given finite set of buckling loads. In this section we shall complete the proof of the main result of the paper. The analysis follows the lines of the corresponding analysis developed in (Morassi, 2015) (Section 5) for the determination of families of beams with a given set of natural frequencies.

Let us consider a P-P beam with $I_0 = I_0(x)$ and buckling loads $\{\lambda_m^2(I_0)\}_{m=1}^\infty$ (e.g., eigenvalues of (2.3)–(2.5) with $I(x)$ replaced by $I_0(x)$). Starting from this P-P beam, we wish to construct a new beam P-P having prescribed values of the first N , $N \geq 1$, buckling loads $\{\widetilde{\lambda}_m^2\}_{m=1}^N$, with

$$0 < \widetilde{\lambda}_1^2 < \widetilde{\lambda}_2^2 < \dots < \widetilde{\lambda}_N^2. \quad (3.26)$$

Following the analysis of the previous sections, starting from the beam $I_0(x)$ we can construct a new beam $I_1(x)$ so that $\lambda_m^2(I_1) = \lambda_m^2(I_0)$ for $m \geq 2$, and $\lambda_1^2(I_1)$ coincides with the desired value $\tilde{\lambda}_1^2$. More precisely, denoting by $a_0(\xi)$ the function $\hat{a}(\xi)$ appearing in (3.2) (and corresponding to the initial beam $I_0(x)$), the function $a_1 = a_1(\xi)$ associated to the new beam $I_1(x)$ is given by (3.21):

$$a_1(\xi) = a_0(\xi) - t \frac{w_{1,t}(\xi)}{\mu_1(I_0)\omega_{1,t}(\xi)} [z_1(I_0), a_0](\xi) \quad (3.27)$$

where the functions $w_{1,t}(\xi)$, $\omega_{1,t}(\xi)$ are defined in (3.10)–(3.12), (3.13), respectively, with $\hat{q}(\xi)$ replaced by $\hat{q}_0(\xi) = \frac{1}{a_0(\xi)} \frac{d^2 a_0(\xi)}{d\xi^2}$. Moreover, μ_m and λ_m are linked as in (3.5), and t satisfies (3.6). If $\tilde{\mu}_1 < \mu_2(I_0)$, then we can determine t , say $t = t_1$, such that $\mu_1(I_1) = \tilde{\mu}_1$. The new beam $I_1(x)$ has buckling loads (or eigenvalues) $\{\lambda_1^2, \lambda_2^2(I_0), \lambda_3^2(I_0), \dots\}$, with $0 < \tilde{\lambda}_1^2 < \lambda_2^2(I_0) < \lambda_3^2(I_0) < \dots$, and can be used as starting point for the next step of the construction.

By repeating the above arguments, and provided that $\tilde{\mu}_2 < \mu_3(I_0)$, we can modify I_1 so as to keep $\lambda_m^2(I_1)$ fixed for $m \neq 2$ and move $\lambda_2^2(I_1)$ to the desired value $\tilde{\lambda}_2^2$, by taking

$$a_2(\xi) = a_1(\xi) - t_2 \frac{w_{2,t_2}(\xi)}{\mu_2(I_1)\omega_{2,t_2}(\xi)} [z_2(I_1), a_1](\xi), \quad (3.28)$$

where

$$t_2 = \tilde{\mu}_2 - \mu_2(I_0). \quad (3.29)$$

The buckling loads of the P-P beam $I_2(x)$ (associated to $a_2(\xi)$) are $\{\tilde{\lambda}_1^2, \tilde{\lambda}_2^2, \lambda_3^2(I_0), \lambda_4^2(I_0), \dots\}$. By using repeatedly this procedure, after N steps we construct a beam with coefficient $I_N(x)$ such that

$$\lambda_m^2(I_N) = \tilde{\lambda}_m^2, \quad \text{for } 1 \leq m \leq N, \quad (3.30)$$

and the construction is completed. Clearly, the choice of the initial beam $I_0(x)$ is restricted by the conditions

$$\tilde{\lambda}_1^2 < \lambda_2^2(I_0), \quad \tilde{\lambda}_2^2 < \lambda_3^2(I_0), \quad \dots, \quad \tilde{\lambda}_{N-1}^2 < \lambda_N^2(I_0), \quad \tilde{\lambda}_N^2 < \lambda_{N+1}^2(I_0), \quad (3.31)$$

which allow to determine uniquely the numbers t_1, t_2, \dots, t_N by expressions analogous to equation (3.29).

We notice that the above construction is not unique, since the flow from the initial beam I_0 to a beam with prescribed values of the first N buckling loads depends on the particular order chosen to move every individual eigenvalue to the target value. As a consequence, the conditions (3.31) on the initial beam I_0 may change depending on the sequence of eigenvalue shifts.

Finally, we remark that previous arguments can be adapted to cover other sets of end conditions. In fact, by Proposition 2 of (Caliò et al., 2011), the equivalence between the buckling problem for beams and the eigenvalue problem for strings stated in Proposition 2.1 can be extended to situations in which the beam, for example, has left end pinned and right end with a sliding constraint, e.g., $\frac{dv}{dx}(L) = 0$ and $\frac{d}{dx} \left(I \frac{d^2v}{dx^2} \right) (L) = 0$. The correspondence will link pinned and sliding end of the beam to fixed and free end of the string, respectively.

4. Conclusions. In this paper we have considered the problem of constructing Euler-Bernoulli beams with prescribed values of the first N buckling loads, under a specified set of boundary conditions. The analysis is based on the fact that the buckling problem for a pinned-pinned beam is equivalent to the eigenvalue problem for a fixed-fixed vibrating string. The key point of the procedure is the determination of quasi-isospectral strings, that is strings with different mass density which have the same spectrum as the original string, with the exception of a given eigenvalue which is free to move in a prescribed interval. Quasi-isospectral systems follow from suitable application of a Darboux Lemma, after reduction of the string equation to canonical Sturm-Liouville form. The reconstruction procedure needs the specification of an initial beam whose the buckling loads must satisfy certain interlacing conditions with the assigned buckling loads. A theoretical aspect worth of investigation, and still open, is the characterization of the set of beams that could be chosen as starting point of the procedure.

5. Appendix. In this appendix we recall the Darboux Lemma.

Lemma 5.1 ((Darboux, 1882)):

Let μ be a real number, and suppose $g \equiv g(\xi)$ is a non-trivial solution

of the Sturm-Liouville equation

$$-g'' + \widehat{q}g = \mu g, \quad (5.1)$$

with continuous potential $\widehat{q} \equiv \widehat{q}(\xi)$. If f is a non-trivial solution of

$$-f'' + \widehat{q}f = \lambda f \quad (5.2)$$

and $\lambda \neq \mu$, then

$$y = \frac{1}{g}[g, f] \equiv \frac{1}{g}(gf' - g'f) \quad (5.3)$$

is a non-trivial solution of the Sturm-Liouville equation

$$-y'' + \check{q}y = \lambda y, \quad (5.4)$$

where

$$\check{q} = \widehat{q} - 2(\ln(g(\xi)))''. \quad (5.5)$$

Moreover, the general solution of the equation

$$-y'' + \check{q}y = \mu y \quad (5.6)$$

is

$$y = \frac{1}{g} \left(b_1 + b_2 \int_0^\xi g^2(s) ds \right), \quad (5.7)$$

where b_1 and b_2 are arbitrary constants. In particular, $y = \frac{1}{g}$ is a solution of (5.6).

It should be noted that if g vanishes in $[0, 1]$, then equation (5.4) is understood to hold between the roots of g . These singular situations disappear by applying the Darboux Lemma twice.

Bibliografie/ References

- Caliò I., Gladwell G.M.L., Morassi A. (2011). Families of beams with the same buckling spectrum. *Inverse Problems*, 27, Paper 045006 (16pp).
- Darboux G. (1882). Sur la représentation sphérique des surfaces. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, 94: 1343-1345.
- Love A.E.H. (1944). *A Treatise on the Mathematical Theory of Elasticity*. New York: Dover Publications Edition.
- Morassi A. (2015). Exact construction of beams with a finite number of given natural frequencies. *Journal of Vibration and Control*, 21: 591-600.
- Pöschel J., Trubowitz E. (1987). *Inverse Spectral Theory*. London: Academic Press.

rassegnis

Viers une terminologie furlane pes voris fuartificadis

RICCARDO STRASSOLDO *

Ristret. Il patrimoni architetonico fuartificât al rapresente une componente impuartante de realtât culturâl di une region di cunfin come chê furlane. Lis voris fuartificadis a àn pierdût ogni funzion se no chê di testimoniance di un moment storic significatîf cuant che il Friûl e la sô lenghe a si son formâts sot la vuide de Glesie di Aquilee. I cjiscei de Ete di Mieç a son ben visibii su lis culinis o sul plan, ma dai elements che ju componin si è pierdude la maniere di nomenâju in lenghe furlane, e par dâur un non no reste che ricori ai tiermins de lenghe taliane. In chest lavôr si à cirût di viodi come dai elements dai archivis, de leteradure e de toponomastiche al è pussibil ricostruî un corpus terminologic che al podedi jessi doprât tai libris di scuele, te cartelonistiche, tes publicacions di ilustrazion de storie e des bielecis de nestre tiere in lenghe furlane.

Peraulis clâf. Cjiscei, fuartecis, architedure fuartificade, terminologie.

1. Introduzion. I bens architetonics fuartificâts, vâl a dî i cjiscei, lis fuartecis, i borcs, lis centis, i cjastilîrs a rapresentin un insiemit impuartant dal patrimoni culturâl de nestre Region, di simpri esponude aes invasions di popui che a vignivin di soreli jevât e di tramontan e a la pression dai potentâts che a contornavin il Friûl. Di chest patrimoni a restin ancjemò elements impuartants che al merete di conservâ e di valorizâ in diferentis manieris.

La pierdite di une funzion che no sedi dome di testimoniance storiche di une vore di elements e à fat dismenteâ i nons di cetantis parts e di tancj elements de architedure fuartificade. Intune gjenerâl azion voltade

* Laureât in conservazion dai bens architetonics e in architedure. Conservadôr dai bens architetonics dal Registri di Udin. E-mail: strassori@hotmail.it

a ricostituî il *corpus* terminologic de lenghe furlane, al merete di fâ un sfuarç par gjavâ dai documents storics, o de memorie dai oms ancjemò vîfs, antics tiermins che a vignivin doprâts par nomenâ i elements difensîfs di struturis che a son stadis costruidis te Ete di Mieç. Si trate di un contribût che o vin pensât di meti a disposizion di cui che al scrîf di storie dal Friûl o si ocupe di segnaletiche e cartelonistiche stradâl o al compon tescj di ilustrazion pai turiscj dai monuments dal Friûl in lenghe furlane.

1.2. *Une premesse metodologjiche.* Un patrimoni lessicâl in part pierdût e in part fuartementri modificât pe influence di une lenghe dominante al pues jessi ricostruît su la fonde di diferents procediments. Lis peraulis pierdudis o sostituidis cul ricors a une grande lenghe o in ogni câs a une lenghe cuntune fuarte influence su la lenghe considerade a puedin jessi ricostruidis in diferentis manieris. In particolâr si à di indreçâsi ai imprestits e ai calcs.

Ricori a un imprestit al significhe gjavâ fûr une peraule di une lenghe e doprâle te lenghe dulà che e mancje la peraule stesse. I prestits a puedin jessi di diferentis fatîs:

- a) imprestit storic o interni, che al vûl dî utilizâ une peraule che e jere doprade tal passât ma che no je plui cognossude o doprade tal present; il tiermin al à di jessi gjavât fûr dal patrimoni documentari, archivistico, epigrafico o leterari de lenghe considerade: che si pensi al câs de peraule *dean*, dal latin *decanus*;
- b) imprestit analogjic o laterâl, cuant che al ven tirât fûr di une altre lenghe che e sedi imparentade o colegade cun chê considerade (che si pensi ai tiermins che pal furlan a podin jessi gjavâts fûr dal ladin o dal francês o dal catalan, come la peraule *cervese*, bire, che e pues jessi cjapade dal catalan *cervesa*;
- 5) imprestit atuâl cuant che la peraule che e mancje e ven gjavade fûr di une lenghe dulà che la stesse e je nassude: che si viodi l'esempli dal furlan *aproç* dal francês *approche*.

Tal imprestit la peraule imprestade e pues jessi in cualchi maniere trasformade. In chest câs si fasin chestis distinzions:

- a) imprestit integrâl, cuant che no si fâs nissune sorte di adatament: la peraule e ven assumude tâl e cuâl (*gabion* dal frances *gabion*);

- b) imprestit integrât, cuant che la peraule e ven adadade a la lenghe che le acete su la fonde des sôs regulis fonetichis o morfologjichis (*bratanescje*, dal francês *bretèche*);
 - c) imprestit di traduzion o calc sinonimic, cuant che la peraule foreste e ven tradusude, come *tor di vuaite*, dal todesc *wachturm*;
 - d) imprestit di significât o calc semantic, cuant che il tiermin al ven cjàpât sù de lenghe foreste ma cuntun altri significât, come *borc*, che al vul dî “piçul paîs sierât”, dal todesc *burg*, “cjisjel”.
- Tal lavôr che o presentin a saran batudis dutis chestis stradis.

1.3. *Considerazions preliminârs*. La leteradure produsude fin cumò in Friûl a rivuart de architedure fuartificade e je stade presentade nome in lenghe taliane, se o lassin di bande cualchi vore par todesc (Von Zahn 1884) o in lenghe taliane cun traduzion inglese e todescje (Consozai dai Cjiscjei 1976).

Nol risulte che fin in dî di vuê al sedi stât produsût alc che al vebi un interès pe lenghe furlane, e chest al è un limit par ce che al rivuarde il tornâ a scuvierzi i tiermins tecnicos, che pûr a vevin di jessi doprâts une volte dai mestris muradôrs che inte Ete di Mieç a faserin sù chês grandis voris fuartificadis che a difindevin la Patrie dal Friûl e la Contee di Gurize, e ancje di chei che daspò a àn doprât chestis voris e lis àn mantignudis in bon stât, oltri che dai inzegnîrs e dai architets militârs venits e austriacs che a partî dal Cincent a pensarin di realizâ lis voris di difese bastionadis par protezi i lôr cunfins.

Cuasi ducj i cjiscjei dal Friûl a forin fats sù daûr de iniziative dai cjisjelans, che a fevelavin par todesc, ma a dopravin il furlan cu lis mestrancis che a faserin sù i cjiscjei, cui mestris muradôrs e i lôr garzons che par secui a procurarin di tignî cont des voris e cun dut il personâl che al coventave par mantignîju e doprâju.

Par ogni element che al forme chescj edificis, pai materiâi che a forin doprâts par fâju sù e par ducj i ûs che i edificis a cjàparin al esistevê di sigûr il tiermin par furlan, in plui che chel par todesc di cui che al comissionave la vore, e par latin, dut câs tornât a cjàpâ dal volgâr, dai documents scrits.

Chest patrimoni lessicâl al salte fûr dai ats di division, dai contrats di

comprendite, dai inventaris, des relazions tecnichis, dai progjets che, ancje se a son scrits intai prins secui par latin, daspò par toscan-venit, nus fasin viodi dispès tiermins che a àn carateristichis tipichis dal furlan. Al è un patrimoni lenghistic di divignince romaniche e gjermaniche che al merete di jessi tornât a scuvierzi e di jessi lassât a cui che al volarà doprâ il furlan sedi par studis, ricercjis e saçs di argoment cjiscjelan, sedi par materiâi didatics pes scuelis, di divulgazion pai visitadôrs furlans e turistics pes comunitâts furlanis de diaspore.

Plui facil al è tornâ a tirâ dongje i tiermins che a rivuardin la moderne architedure militâr, che partint dal Cincent e ve une fuarte elaborazion teoriche, in grazie de vore dai grancj tratatiscj talians, che daspò e passà ai architets militârs francês e di chescj a dute la Europe. Il lessic specialistic de Rinassince, e daspò di chê, al è talian e nome te lenghe todescje e in cualchi lenghe slave al ve formis propriis. Chest fat al à puartât trê consecuençis impuartantis: a) une grande uniformitât tes lenghis neolatinis e in chê inglese dai tiermins rivuardant lis fuartecis; b) la divignince toscane di une grande part dai tiermins specialistics; c) il facil passaç dai tiermins za codificâts tes lenghis principâls dai architets militârs ae version furlane, stant che cuasi simpri si à nome di aplicâ lis normis che a regolin la derivazion de version toscane e furlane de comune fonde latine o greghe, stant che in pôcs câs il tiermin tecnic al ven voltât cuntune peraule divierse gjavade dal ûs comun.

2. Materiâi e metodis

2.1. *Materiâi e dadis fundamentâls*. La ricercje e je lade daûr di trê dadis fundamentâls:

- a) redazion di une prime liste di tiermins cjiscjelans;
- b) descrizion dai significâts, che dispès no son ugnui, parcè che a cambiin intal timp e intal spazi;
- c) ricercje dal tiermin che al corispuint a chel furlan.

Il prin moment al è stât completât scrutinant i glossaris di cualchi publicazion impuartante, sedi internazionâl e nazionâl, sedi regionâl, che e rivuardi la storie de architedure fuartificade o la storie dal Patriarcjât furlan. In particolâr a son stâts scrutinâts i glossaris che si cjatin in Caciagli (1975),

Macaulay (1979), Miotti (1981), di Caporiacco (1981), Corbanese (1993), Platt (1994), Gravett (1994), Conti (1999). Si pues zontâ ancje i glossaris che si cjatin in Deluisa (1992), in Valerio (2003) e in Piccin (2006). Il lessic cussì metût adun al è stât daspò integrât e controlât cun ce che a ripuartin tescj fundamentâi di studis cjiscjelans, come Settia (1983), Comba e Settia (1984), Settia (1993), Cassi Ramelli (1996), Settia (1999).

I glossaris scrutinâts a àn permetût di sielzi une prime liste di tiermins cjiscjelans, che a son stâts dividûts in cuatri grups: a) tiermins architetonics cjiscjelans; b) tiermins de architedure difensive bastionade; c) tiermins strumentâi, che a rivuardin lis armis e chês altris struturis mobilis di difese o di ofese, che a influencin lis struturis architetonichis; d) tiermins istituzionâi, che a rivuardin i ordenaments juridics, politics, sociâi e funzionâi dal mont cjiscjelan. O vin lassât di bande i tiermins leâts ae edilizie, che a rivuardin i materiâi e lis tecnologjiis de costruzion, stant che chescj tiermins a son l'argument di altris ricercjîs puartadis indevant in ambits tecnics. No je stade considerade nancje la terminologjie che e rivuarde lis tecnologjiis di assedi e di difese e chês che a rivuardin l'armament e lis machinis di vuere, che a àn un grant spazi intai glossaris cjiscjelans. O pensìn che ce che al compet ai esercits, ae lôr organizazion e al lôr armament nol puedi jentrâ in cheste vore, se no cuant che si riflet sui elements architetonics. O vin dât par esempi la version furlane pes armis par trai e par fûc che a influençavin la forme e i nons des bucheris (arcs, balestris, arcabûs, canons, bombardis) ma o vin lassât di bande duj chei elements lessicâi che a rivuardin lis machinis di assalt o lis artiliariis. Chescj tiermins a varan di jessi considerâts cuant che si lavorarà sul Glossari dai tiermins militârs, che o sperìn che al puedi jessi metût dongje di un espert di fats militârs, di lenghe furlane, cussì che o podein insiorâ lis racueltris di tiermins tecnics che a son daûr a realizâlis di viers studiôs.

Di cheste vore di selezion e je risultade une liste impuartante di tiermins sedi tecnics, sedi juridics-politics che a tocjin i timps là che i cjiscjei furlans a forin fats sù e doprâts, e chei daspò cuant che si slargjà, in grazie des tecnologjiis militârs fondadis su lis armis di fûc, la difese a bastion, che e fararà nassi lis grandis fuartecis de Rinassince e de Ete moderne.

Il secont moment al à rivuardât la redazion di un sisteme organic di descrizion dai significâts, doprant come tescj di fonde lis definizions ripuartadis dai glossaris nomenâts, purpûr corezudis, controladis e integradis cjalant i repertoris e i dizionaris plui atents ai aspiets storics e a chei etimologjics. Par cheste strade al è stât metût adun un cuarp sistematic di definizions, cun particolâr riferiment a lis condizions storichis di cuant che si è svilupât il sisteme dai cjiscjei e des fuartecis furlanis.

Il tierç moment al à permetût di fâ une prime propueste di lessic furlan, metude adun lant daûr di cuatri stradis diversis. Prin di dut a son stâts scrutinâts i plui impuartants vocabolaris che a permetin di passâ dal talian al furlan. In particolâr Tore Barbina (1991), Nazzi (1993), Nazzi (2003), e il Grant Dizionari Bilengal Talian-Furlan (2012). Il lessic voltât al è stât integrât fasint une ricercje tai vocabolaris furlan-talian di Faggin (1985) e dal gnûf Pirona (1992). A son stadis viodudis ancje voris specificis, ancje se no jerin leadis diretementri ae architedure fuartificade: il *Vocabolario tecnico* dal Caporiacco (1981), ma ancje il *Glossario. Parole trovate in antichi documenti e testi consultati* dal Deluisa (1992), il *Glossari in cinc variants di furlan de Basse (Rivignan, Dolee, Porpet, Visc e Rude) a rivuart de edilizie rurâl* di Bertossi (1977), e la vore plui classiche su la cjase furlane di Scarin (1943).

Intun secont timp a son stâts viodûts documents de Ete di Mieç che a rivuardavin ats di division, ereditâts, ats di comprevendite, inventaris, inviestiduris, confirmis di inviestiduris, dulà che, platâts te vieste latine o toscane-venite, a son stâts cjatâts tiermins cjiscjelans o in forme furlane originâl, o in forme latinizade o venetizade, di dulà che si è passâts cence dificultât ae version furlane. Si pues viodi in particolâr Marchisio Raccampo (1973), Petruzzi (1974), Valerio (2003), Piccin (2006). Intun tierç moment a son stâts doprâts tescj fundamentâi de storie dal Friûl, scrits o voltâts par furlan: l'autôr o chel che al à voltât il test a àn vût di formâ gnûfs tiermins, cuant che chescj no jerin za intai vocabolaris pubblicâts. Chescj tescj a son Marchet (1974), Piçul (1974), Menis e Verone (1995). Tal ultin, intai câs dulà che no son stadis cjatadis formis furlanis nomenadis, o vin cirût di meti in vore lis normis che a àn regolât il pasaç dal latin al furlan, stant che, se inte leteradure no si son ancjemò pandûts tiermins cuntune fuarte e originâl olme furlane, al vûl dî che lis

formis dopradis a nivel popolâr no podevin slontanâsi masse di chês di nivel alt, o dut câs dopradis tai documents a disposizion.

2.2. *Cualchi cuistion critiche.* Intun prin esam dal lessic specialistic par talian e des sclesis di patrimoni tecnic furlan sorevivût ai procès di talianizazion, e salte fûr dute la delicatece dal lavôr par tornâ a dâ dongje tiermins che a indichin ogjets che no vivin plui par une lôr funzion, ma che si son mudâts in sempliçs elements architetonics e no vegnin plui sintûts di chei che a fevelin par furlan tai lôr aspiets autonims, ancje parcè che il lôr numar si è srarît in maniere drastiche par vie che a son stâts fiscâts par causis naturâls o par colpe dai oms. Cuant che si vuelin indicâ chescj elements, si passe daurman al tiermin talian, cuant che al va ben cun cualchi forme di furlanizazion. Al è il câs di elements inmò avonde pandûts, tant che lis merletaduris e lis bucheris, o di elements plui rârs, tant che i incalms, lis bratanescjis, lis passadoris, i puints jevadôrs, par dut butâts jù o dome in cualchi câs tornâts a fâ sù, e vie indenant.

Traviers de leteradure si son tramandâts un pôcs di chescj tiermins, dut câs no doprâts plui in maniere ative se no te lôr version taliane.

Par cheste vore di ricostruzion si àn di frontâ un pôcs di problemis che no simpri si pues distrigâju cun facilitât. O riclamìn chi cualchi esempli.

Se e je une lungje schirie di tiermins che a jentrin te stesse sfere specifiche, e che di lôr a sorevvin versions furlanis arudis, salacor cun significâts mudâts in mût lizêr o ancje radicâl, si aie di fâ buine la version rigjavade in mût diret dal latin dai documents des cjancelariis o dai nodârs e po di chescj trasferîts al talian, e partant di divignince erudide, o ben si puedial tornâ a fâ sù i tiermins origjinâi probabii, cuntune structure furlane tipiche, ma che no si cjatin tai archivis, almancul tai documents che a son stâts passâts fin in di di vuê? Al è il câs, par esempli, de lungje serie di tiermins a rivuart di formis di imposizion tributarie: o vin “testatico”, “plateatico”, “capatico”, “erbatico”, “pontatico”, “ripatico”, e v.i. Di chescj o vin dome la version latine e chê taliane ripuartade dai vocabolaris di cheste lenghe (ma no si cjatin ducj i tiermins, parcè che un pôcs a son tipics di une tradizion juridiche furlane arude) e chê furlane di cualchi vocabolari di chest idiome, biel a clâr ricjapâts di citazions erudidis dai trascritôrs e tradutôrs di documents dai nodârs e des cjan-

celariis. Di chescj si son olmâts dome doi di forme furlane arude: testadi = “testatico”, e pontasi = “pontatico”. Tal furlan fevelât e in chel scrit, si veve di vê: *plateadi, o *plateasi, *jerbadi o *jerbasi, *puintadi, o *puintasi, *rivadi, o *rivasi, e v.i. A rivuart di tiermins cussì specialistics, che a partegnin a un lessic juridic-tributari e cun di plui che si riferis a ogjets che no esistin plui e dâts dongje un miâr di agns indaûr, al è fûr di dubi che i autôrs dai vocabolaris furlans di in di di vuê no vedin disvilupât aprofondiments acurâts e si sedin limitâts a cjapâ sù cualchi tiermin rigjavât di une tradizion di divignince, te sostanze, culte, e partant che si gjave fûr des regulis che cun lôr si à cjapât sù i tiermins latins tal volgâr furlan.

Une seconde cuistion e rivuarde la palatalizazion. Par cualchi tiermin dât dongje une vore par antîc e di divignince latine o gjermaniche, si rive a olmâ la dople version, palatalizade o no palatalizade. De mancjance o de presince di cheste carateristiche i lenghiscj a rigjavin indicazioni su la ete che chescj sostantîfs a son jentrâts in mût diret o tant che prestits tal patrimoni lenghistic furlan. Dut câs par tancj tiermins a esistin parie dutis e dôs lis versions, intant che par altris si rive a olmâ tal ûs scrit dome la version no palatalizade. Al nas il sospiet legîtim che la presince di chest aspîet al divegni no tant de ete che chest tiermin al è jentrât tal furlan, ma dal autôr dal document, che par chel che o savin in di di vuê al è il prin a vê doprât chel tiermin. Se il nodâr o il cjancelîr al jere, come che dispès al succedeve, todesc o al scriveve par toscan-venit, cuasi dal sigûr al conservave i nes *ca-* e *ga-*, se invezit al fevelave par furlan al ricjapave de lenghe fevelade chestis iniziâls in *cja-* e *gja-*. O vin te leteradure e ancje tal ûs di vuê un pôcs di câs significatîfs, par esempi *gastaldo*, *castaldo*, inmò in part vitâi tal ûs atuâl, che al ven dal gjermanic *gastald*, che di chel istès si olmin lis formis “*gjastalt*”, “*cjastalt*”, ma ancje “*gastalt*” e “*castalt*”: nol somee dubiôs che si vedi di doprâ lis dôs formis furlanis arudis, intant che al è cuasi sigûr che lis versions cence palatalizazion a son passadis in mût diret dal talian, fevelât dal abenât, al furlan, stant che tai ultins secui chest al jere al servizi di chel, o dal nodâr che al redizeve i ats. A cheste si lee la cuistion plui gjenerâl dai tiermins rigjavâts dal todesc e che tai documents latins o talians a vegnin ricjapâts intune forme dome un pôc latinizade o talianizade, tant che *garito* dal gjermanic *Gericbt*, o *galaito* dal gjermanic *Geleit*, o altris. In chescj câs nol è dubiôs che

si sedi fate la strade gjermanic > latin > talian > furlan, intant che e je une alte probabilitât che la strade direte gjermanic > furlan e ves puartât aes versions “gjarît”, e in mût respetîf “gjalait”. Chel istès al vâl par *garitta*, che al somee plui oportun rindi cun “gjarete”. Al è ancje il câs dal tiermin “accampamento”, che nol pues dal sigûr dâ un neologjism gjavât dal toscan, jessint un concet antîc tant che i esercits, e che in cualchi document leterari o tecnic, in plui che tai dizionaris principâi, al ven voltât cun “campament”. Al è un clâr venetisim o talianisim parcè che di “cjump”, al varès vût di divignî “cjumpament”. Par fortune a ripristinâ il tiermin furlan arût nus soven un repert toponomastic individuât di Della Porta (1928), tant che non di un lûc de perifarie udinese, apont “Ciampament”, che al ripuarte la pronuncie te varietât udinese dal furlan “Cjumpament”. Al è un câs clâr li che si à bandonât, tal furlan fevelât e scrit, il furlan originari, in pro di chel gjavât dal lengaç militâr, e che dut câs, par fortune, al reste incalmât te toponomastiche. Un altri câs al è chel di *cavaliere*, che masse dispès al ven rindût cun “cavalîr”, intant che nol somee pussibil che si vedi di ricori a un prestit talian par pandi un concet che al jere za fin des origjins dal furlan. Ancje se nol somee atestât in forme scrite, fûr che tal DESF, al è clâr che si vedi di doprâ il tiermin di “cjavâlîr”, di “cjaval”, intant che il tiermin cence palatalizazion al somee just di doprâlu pal non furlan dal “baco da seta”, jentrât in Friûl intun timp avonde resint. E chest cundut des cetantis atestazions leterariis che fûr di dubi a son il risultât di prestits dal talian. Diferent al è il câs di un element tipic de architedure bastionade, che al è il *cavaliere*, intindût tant che element metût indaûr e sore di un bastion: in chest câs il tiermin al è jentrât te terminologjie specialistiche te ete de Rinassince ricjapât dai tratatiscj militârs talians, e pandût in France tant che neologjism, te forme di *cavalier*, cence dal indolciment de *c-* in *cb-*. Chel istès al à di jessi sucedût pal furlan, parcè che il tiermin al pues jessi jentrât in cheste lenghe dome intune ete li che la palatalizazion e veve finît di operâ. E partant cence dubis *cavaliere* intindût tant che element architetonic si volte cun “cavalîr”.

Une cuistion in plui e rivuarde il dâ dongje tiermins astrats o derivâts, o gnûfs in maniere relative, partint di un tiermin concret che al esist tal latin e po convertût par furlan cuntune semplice trasformazion o par trasposizion e mudament di significât e di ûs. Al è il câs tipic di une istitu-

zion cuntun grant significât pe tradizion storiche furlane e pal mont cjiscljan di cheste region, il Parlament de Patrie dal Friûl. Vadij cjapade la forme che dal latin de Ete di Mieç, che al è probabil che le ves cjapade dal francês, e passe in mût diret al toscan-venit e po al furlan, o vadij fate buine la forme che dal verp furlan arût “fevelâ” = *parlare*, o di “fevelade” = *colloquio*, si volte tal gnûf concet di “lûc li che i rapresentants de Patrie a fevelin”? La soluzion cjapade sù dai vocabolaris furlans e je chê talianizante di “Parlament”. Al è cui che invezit al ricostruî il tiermin dal verp “fevelâ” e al dopere il tiermin di “Fevelament” come Piçul (1974), ricjapât di Faggin (1985). Cence considerà che il tiermin plui alt par esprimi lis opinions in furlan al è “plaidâ”, dal cuâl al podares jessi derivât *Plaidament e chestis a podaresin jessi lis soluzions plui autenticis e di preferî, anje parcè che in ogni mût ogni furlan al podarès capîlis. Che al sedi un clâr prestit dal talian o salacor dal francês al ven fûr a clâr sei de circostance che nol esist par furlan un verp cuntune forme dongje dal talian *parlare* o dal francês *parler*, cu la sole ecezion dal venetisim che al è doprât tal Friûl Ocidentâl di li che al varès podût derivâ il tiermin “Parlament”, e sedi dal fat che lis primis citazions dal tiermin furlan a son dentri di documents scrits intun misclîç di furlan e toscan-venit (che si viodi la note di spese dal cjamarâr dal Comun di Cividât dal 1380, là che si scrîf “diey a Ser Redolf ed a Zuan tant chi zirin in Udin al Parlament a deber dîputar gli homini a rezi a la contrada...” Joppi, Nuovo Pirona, p. 703). A rivuart al covente osservât che l’orghin colegjâl dal Stât patriarcjâl nol nas cul non di “Parlament”, ma che sul imprin al ven citât cun denominazions che a mudin: *Curia*, *Consilium*, *Colloquium generale*, *Terminus generalis*, par fissâsi infin te forme di *Parlamentum*; chest al vûl dî che la denominazion in origjin no jere formalizade e che e podeve jessi compatibile anje cun altris nons in volgâr, che no son fin cumò comprendûts intun test cognossût. Considerazions parelis si pues tornâ a fâlis pai câs za considerâts di “cjampament”, che al diven di cjamp e di “cjalâl” derivât di “cjal”.

2.3. *Un câs particolâr: il coronament des centis o des toressis.* Dificultât particolâr e à compuartât la ricostruzion dai tiermins specifics a rivuart di un teme che al à une impuartance di fonde pe architedure fuartifica-

de, chel dai coronaments des centis o des tors. Al è in fats un element de architedure difensive che al à pierdût dal dut lis sôs funzions origjinariis e che une vore dispès si conserve dome dopo cetantis modificazions, viestint dome une part decorative e evocative des funzions passadis dal cjisçjel. Al è difìcil olmâ citazions su chest teme te leteradure e ançe tai documents dai cjancelîrs e dai nodârs, scrits par latin e toscan-venit, là che si dopre dret il tiermin dal latin de Ete di Mieç *merulus*, che al comparìs za in tescj de ete caroline, o chel toscan di *merlo*.

L'element difensîf metût tant che corone de spalette fate insom di une cente murade, di une tor o di un edifici fuartificât al jere indicât tal latin classic cul non di *pinna*, e di chi al diven dome il tiermin talian di *pinna-colo* e chel francês e inglês di *pinnacle*. Tes lenghis neolatinis e in chês che dut câs ur son colegadis pe plui part dal lessic, tant che l'inglês, l'element difensîf plui significatîf des voris cjiscjelanis al rigjave il so non di trê tiermins latins. Il plui cognossût al è *merulus*, che a sô volte nol somee riferît al uciel ben cognossût, ma si pearès a *mergulus*, diminutîf di *mergus*, tiermin leât a une antighe pratiche te coltivazion des vîts (*capogatto*, ven a stâi vidiç pleât e impirât cu la ponte tal teren). Di *merulus* o *mergulus* e diven la serie peade a *merlo*, *merletto*, *merlone*, par antîc par toscan ançe *smerlo*, *mergolo*, che si è trasmetût in forme diferente a dutis lis lenghis romanichis. Il secont, che al à vinçût tal francês e tal inglês, al diven dal bas latin *crenellus* o *quarnellus*, e che po si mudarà tal provençâl *crenel*, *cranel*, inmò tal francês *crenel*, ma ançe *carnel*, e tal inglês *crenel*, e infin tal polac *krenelaza*. Il tierç al ven di *mina*, prominence su lis muraduris, che po unît al articul arap *al* al darà il spagnûl *almena* e chei altris tiermins peâts des lenghis iberichis. La aree gjermaniche e je dominade dal tiermin *Zinne*.

In chest cuadri a van individuadis lis versions furlanis plui arudis, che no puedin dal sigûr coincidi cui nons dâts al uciel omonim, par furlan “mierli” o “merlot”.

In Faggin e je ripuartade une citazion leterarie li che al imparirès che il tiermin antîc al è “curmel”, di Dondo (1885) “a’ i ven l’estro di curiosa su lis muris e si tire daur un curmel”. Si à par altri di considerâ che la citazion no somee risolutive, parcè che l’element che al è fat colâ al podarès jessi un pilastrut par protezi il cjamin di ronde. Si à di osservâ dut

câs che il tiermin al è inmò vitâl in cualchi lûc dal Friûl, ma pal plui cul significât di “pilastrî”, o di “colone”, o di “colonute”, o di “manufat di mûr doprât tant che element di confinament”, tant che a Spilimberc e a Osôf. Il significât dal non si pee seont di cualchidun al latin de Ete di Mieç *columellum*, diminutîf di *columna*, colone, cul significât di trâf di sostegn, clâf de cavalete, saponte, o al latin classic *columella*, colonute, fondis de catapulte, sostegn. Il tiermin al ven citât in maniere esplicite te forme di “columel” intindût tant che trâf di sostegn di un cuarp infûr intune puarte citadine, intun document cividin dal 1382. Si cjate ancje te forme di “cumiel”, che e pues cjapâ il significât di grup di cjasis in campagne e altri. Di chest tiermin latin al diven ancje “colonel”, par indicâ il coronament di un mûr di cente (Santi). Di “columel” o “colmel” e infin “culmel” si sarès passâts daspò de dissimilazion des dôs licuidis $l + l > r + l$ ae forme di “curmel”. Si à par altri di osservâ che une seconde derivazion pussibile e podarès colegâ il tiermin al bas latin *crenellus*, o *quarnellus*, e di chi la lungje serie, za viodude, di tiermins dal provençâl (*crenel*, *cranel*), dal francês (*creneau*, *carneau*, *carnel*), e dal inglês (*crenel*), ore presint atîfs par francês e par inglês par indicâ il “spazi tra doi elements plens”. No si pues escludi che cun chest tiermin si intindès dal biel principi la “buchere” o “vierzidure” formade dal spazi framieç di un element plen e chel altri, tant che in di di vuê in France e in Ingletiere.

Di chê altre bande, a son cognossudis des citazions di Busiç (1660-1743) di dulà che al risulte che par *merlo* si doprave il tiermin “merlet” (Faggin). In cualchi localitât tant che Puartis di Vençon, Spilimberc, Osôf, il tiermin al imparès inmò atîf ma il plui des voltis al somee indicâ i elements di coronament di un mûr di cente di un ort, di un zardîn, di une braide. Si à di notâ che in localitâts furnidis di un cjiscjel, tant che Spilimberc, Strassolt, Sacilet, Darcjan, il tiermin “merlet”, inmò in di di vuê atîf in mût debul, al ven doprât in mût specific tant che element di difese. La circostance po che il tiermin “merlet” al sedi doprât par indicâ i elements di difese in localitâts cjiscjelanis de Basse Furlane tant che Strassolt o Sacîl di Rude, là che no esistin i mûrs di cente des proprietâts agriculis, che a vegnin delimitâts di fossâi, cisis o spaleris di arbui, par vie de mancjance sul puest di piere o di claps di flum, e somee risolutive, par

declarâ fûr di dubi che *merlo* intindût tant che vore di difese al sedi di voltâ cun “merlet”. Conclusion che e je rinfuarçade dal fat che par catalan chest element al ven propite indicât cun *merlet*, tant che par provençâl, tiermin confermât dal verp *merletar* o *emmerletar* = “merletà”, o dal adietîf *merletat* = “merletât”, e che il stes tiermin, come che si à viodût sore, al comparîs par antîc ancje par talian, francês e spagnûl. Il mutîf parcè che dal latin *merulus* si sedi passâts al toscan *merlo*, al incressitîf dal francês *merlon* e al diminutîf dal furlan, dal provençâl e dal catalan *merlet*, al è une cuistion inmò dute di sclârî e che dome un studi atent des carateristichis architetonichis e des dimensions fisichis di chest element difensîf tes cinc areis citadis al podarès risolti. Si à di notâ che il francês e, par consecunce, l’inglês a son une vore precîs tal distingui tra la part plene di une merletadure, che e je clamade in dutis e dôs lis lenghis *merlon*, e la part vueide, o buchere o vierzidure cjapade dentri tra i doi elements plens, che e ven clamade *crenel* (inglês) e in mût rispetîf *créneau* (francês che al dopre ancje *carnel*). Ancje il todesc par altri al fâs distinzion tra *Zinne*, merlet, e *Zinnenlücke*, spazi tra doi merlets. Di chê altre bande, come che si à viodût, al sorevîf in Friûl, te leteradure e ancje in cualchi fevele locâl, il tiermin “curmel”. Al somee probabil che se “merlet” e “curmel” a somein in di di vuê sinonims, une volte il significât al jere diferent, tant che tal francês e tal inglês, cjapant il prin il sens di part plene di une merletadure (*merlet*, par furlan, par provençâl e par catalan, ma ancje par francês antîc, par spagnûl antîc te forme di *merlete*, cu la variante francese e inglese *merlon*), intant che il secont al leve a indicâ la part vueide di chê, la vierzidure di dulà che i difensôrs a podevin trai su chei che a tacavin (*curmel*, tant che il francês *créneau*, ma ancje *carneau* e *carnel* e l’inglês *crenel*). Si à di marcâ che la distinzion e je ancje in Toscane, là che secont Villena (1971) si indicave cun *merlo* la part plene de merletadure, e cun *merletto* la part vueide. Secont il stes autôr dal toscan il tiermin al sarès passât a chês altris lenghis romanichis meridionâls cul significât, dut câs, di element plen (*merlet*), intant che in chês setentrionâls, cjapant dentri l’inglês, al è stât trasmetût sul imprim dal Sîscent, te forme dal incressitîf *merlone*, di chel il *merlon* dal francês e dal inglês, ma ancje il *merlon* dal castilian e dal rumen e il pareli *merlão* dal portughês. In definitive al somee che de origjin dal latin *merulus* a se-

din derivâts trê tiermins, il *merlo* tant che element plen, il *merletto* tant che element vueit e il *merlone* tant che element plen, cun dimensions plui gruessis. Cheste tripartizion si è pandude tes diferentis lenghis romanichis cun cualchi modificazion di significât, e cuasi simpri cun riferiment al element plen, intant che chel vueit si pee pal plui ae serie che e diven dal bas latin *crenellus*. Cheste ultime e je, dut câs, dome une ipotesis che e à inmò di jessi verificade cjapant sù altris elements documentaris.

Come che si pues constatâ lis dificultâts no son lizeris par ricostruî cualchi tiermin che par altri al è fundamentâl pe sience dai cjiscjei, e che definîlu al è indispensabil par doprâ la lenghe furlane in cheste materie. Par rivâ a definizions credibilis al covente ricori ae leteradure, aes informazions racueltis sul cjamp e ae strade de comparatistiche.

3. I risultâts. I risultâts di chest lavôr a son presentâts tal Alegât. L'Alegât al presente une ilustrazion dai significâts, des versions pussibilis in lenghe furlane, e dai imprescj e documents che a àn permetût di tornâ a meti dongje un numar un vore grant di tiermins specialistics di argoment cjiscjelan. Intun altri lavor (Strassoldo M. 2005), la documentazion cjatade o ricostruide e je presentade in cuatri parts. La prime e met adun i tiermins de architedure fuartificade de Ete di Mieç, che e à i elements plui carateristics intai cjiscjei e intes fuartificazions che a son leadis ai cjiscjei. La seconde part e rivuarde i tiermins tecnics leâts a lis fuartecis bastionadis, che si son pandudis daspò de jentrade des armis par fûc. La tierce e ten dongje une curte liste di armis par trai e par fûc che a àn condizionât la forme e la evoluzion des voris di difese de architedure de Ete di Mieç e di chê de Rinassince e de Ete moderne. Une cuarte liste, par finî, e met adun i principâi tiermins dal ambit juridic e istituzionâl, propriis dal mont cjiscjelan, che si doprin tes lenghis feveladis dongje dai confins nordorientâi de Italie, duncje tal furlan, tal tedesc e tal sloven. In chest lavôr si presente une uniche liste dulà che a vegnin presentâts i principâi tiermins te version furlane, taliane, catalane, francese, inglese e todescje, corets e selezionâts.

4. Discussion. La ricercje fin cumò puartade indevant e à lis carateristiche di un prin svicinament al probleme, che al pues disveâ cualchi pussi-

bilitât par lâ in profunditât, ancje parcè che a restin viertis cuistions che no si puedin trascurâ, che a domandin altris studis e gnovis verificadis a rivuart sedi dal ûs scrit che di chel orâl dai vieris tiermins des fuartificazions.

Al somee duncje impuartant zontâ une schirie di ricercjis che a varesin di cognossi altris dadis di studi.

Une prime dade par sclarî la cuistion e varès di partî di un scrutini sistematic dai documents scrits te Ete di Mieç, sedi a stampe che di archivi, par controlâ i tiermins metûts dongje su la fonde de leteradure viodude. Al è pussibil che si puedin cjatâ versions di elements dal lessic, originâls e autentichis, in mût di fâ sù un corpus, se si pues, mancun influençât dal venit e dal talian, e fâ saltâ fûr un cuadri di sinonims che al dedî risalt ae ricjece de lenghe furlane. Za viodint i tiermins che a rivuardin la “tor” al somee che si puedin cjatâ variants che no rivuardin nome lis variabilis sul teritori, ma diviersitâts di significât. Distès al podarès jessi par altris ogjets.

Une seconde dade e varès di rivuardâ une atente leture des versions cjapadis sù dai vocabolaris che a son cumò a disposizion, che no son stâts fats par esigjencis specifichis e cun competencis tecnicis o juridichis, pe coerence lenghistiche e par lâ in dentri intal aspjet etimologic, in mût di garantî che la vore e sedi cence fai o imprecisions che a vegnin di une trascrizion no ben curade o di une scjarse cognossince dai significâts, che a àn di jessi metûts adun intun ambient lenghistic e storic che al va indaûr intal timp, dilunc za siet-dîs secui.

Une tierce dade e varès di disvilupâsi di une analise atente dai dâts toponomastics, che a podaressin vê fermât inte lenghe tiermins originaris, ancje intai sîts dulà che no si cjatin olmis visibilis di voris di difese. I tancj tiermins come Cjasteons, Cjastelut, Cjastelîr, Cjastelat, Vuaite, Vuarde, Mote, Cente, Cort, Cûr, Torat, Barbecjan, Spalt, Muris, Muruccis, che si puedin cjatâ sul teritori, su lis cjartis, intai repertoris toponomastics, a podaressin fâ saltâ fûr altris elements lessicâi furlans, nassûts intes etis antighis, che a son stâts fermâts te toponomastiche e a son sorevivûts rispjet ae talianizazion.

Cheste analisi e podarès par altri puartâ, tant che risultât secundari, ae individuazion di edificis di difese antîcs o che no son plui, o che no si ricognossin plui sul teritori. Une juste atenzion si varès di vêle ancje pai

dâts antroponimics, che a platin des voltis antîcs tiermins che a rivuardin il mont cjiscjelan. Si pues pensâ a Armani, di Arimanni, o di “titolâr di dirit di arimanie”, e a altris.

Une cuarte dade e podarès vê tant che ogjet une ricercje sul cjamp par vualmâ la persistence di tiermins che a puedin no jessi stâts marcâts de leteradure, in particulâr tes areis sot dal domini di un cjiscjel o di altris voris difensivis. Intal furlan che si fevele in lûcs tant che Colorêt, Vilalte, Voleson, Spilimberc, Vençon, Dartigne, Morùs, Rosacis, Cjiscjelgnûf, Top, Manià, Çopule, a podaressin jessi sorevivûts e jessi ancjemò atîfs elements lessicâi doprâts cul significât origjinari o cun significâts dongje che a podaressin dâ notis utilis pe definizion o pe cualificazion di tiermins cjiscjelans scomparîts o che a àn pierdût il lôr antîc valôr semantic. Al è il câs di “merlet”, ancjemò vîf a Darçjan, a Puartis di Vençon, a Osôf, a Spilimberc, a Strassolt, di “curmel” cognossût ancjemò a Osôf e a Spilimberc, e altris.

Une cuinte dade e podarès jessi chê de ricostruzion dai tiermins che fin cumò a son stâts cjatâts te forme todescje. Si trate di une operazion che e podarès dâ risultâts interessants, considerant che i cjiscjei furlans a àn vût comitents di lenghe alt todescje, che forsit in cualchi câs a àn puartât cun lôr maestrancis des regions di divignince. Une ricercje di cheste sorte e podarès dâ risultâts significatîfs e furnî rispuestis definitivis a cualchi cuistion che e rivuarde il lessic cjiscjelan furlan. Un prin contribût si lu pues vê in cheste vore, là che a son indicâts i tiermins todescs dai plui impuartants elements di difese, gjavâts di H. Henckel (1964), di Stenzel (1973), e soredut di Böhme e altris (2004). Un just aprofondiment al varès di rivuardâ i tiermins cjiscjelans doprâts in mût specific inte aree bavarese-carinziane di un miâr di agns indaûr.

Une seste dade e podarès sei chê di un atent esam dai tiermins che a fasin part dal lessic specific di altris lenghis de “Romania gallica”, tant che il ladin, il romanç, il provençâl, il catalan e il francês alt medievâl. E je clare la utilitât di chest esam, par trê resons. Prin di dut si àn di considerâ i leams lenghistics cognossûts jenfri chestis realtâts e la comune derivazion dal latin rustic, fevelât dai Gjai, e la formazion di patrimoniis lenghistics separâts propit inte ete cuant che si pandin i cjiscjei in ducj i teritoris che a son menaçâts dai “pagans” (Ongjars a soreli jevât e Mu-

sulmans a soreli amont) e intal stes timp al diventà plui fuart il sisteme feudâl. Secont, si pense che si vedi di dâ plui impuortance di ce che si è fat fint cumò ae circolazion des cognossincis technichis, intun cjamp specialistic tant che chel de art des fuartificacions: la presince di tiermins tant che “bratanescje”, di un model di cjasis di sorte bretone, o pûr “balfrêt”, dal gjermanic, probabilmentri *bergfried*, o pûr *bastida*, e je il segnâl di une rêt di relazion sedi jenfri oms di armis, sedi jenfri mestris muradôrs, dal sigûr une vore plui fuarte di chel che o podin imagjinâ (o podin pensâ ae presince caroline, ae difusion dal sisteme feudâl, ai grancj circuits dai pelegrinaçs a Rome e a San Jacum di Compostela, al vignî jù periodic dai rês gjermanics pe incoronazion a Rome e soledut a lis Crosadis che vadî a forin une ocasion par trasmeti tiermins militârs francês, in plui che la presince di clerics francês tes altis funzions dal stât patriarcjin, come par esempli Bertrant di Saint Geniès e Filip di Alençon). Pal tierç moment a àn di jessi considerâts i rapuarts jenfri lis corts feudâls dal Friûl (patriarcjât e contee) e lis areis dal Tirolo (in chel timp ladin), dai cjantons svuizars (pensin ai rapuarts jenfri la Badie di Mueç e chê di Sant Gjal) e de aree provençâl, dulà che a puedin jessi stâts scambis di cognossincis no dome leterariis e politicis, ma ancje intal contest specific des tecnologjiis des costruzioni aplicadis a voris di difese. Al somee probabil che di un atent esam dai lessics specialistics di cumò o di in chel timp in chestis lenghis al sedi pussibil gjavâ fûr elements utils par scuvierzi o tornâ a meti adun un lessic furlan sclet e no masse jemplât di italianisms. In chest câs a son particolârs i confronts cul catalan e il provençâl, che a segnin par esempli il curmel/merlet di une cente o di une to-rate cul tiermin merlet, tant che par furlan. Un impuortant contribût par cheste cuistion al è stât za dât dal Villena (1971), cul so fundamentâl studi sul *Glossario de términos castellologicos medievales en lenguas romanicas*, dulà che a son confrontâts i tiermins principâi in castilian, catalan, portughês, provençâl, talian, francês e rumen. Si varès di lâ indenat par cheste strade, slargjant la analisi al romanç e al ladin e tornant a passâ i procès di difusion dai tiermins a dutis lis areis de “Romania gallica”.

A son dutis ricercjis che al sarès ben che a fossin realizadis te universitàt, zovantsi des competencis presintis intai Dipartiments storics, lenghistics e inzegneristics de Universitât dal Friûl.

Bibliografie

1. Terminologie cjisjelane internazionâl

- Böhme H.W., Friedrich R., Schock-Werner B. (2004). *Wörterbuch der Burgen, Schlösser und Festungen*. Stuttgart: Verlag Reclam.
- Caciagli G. (1975). Nomenclatura castellana, in Caciagli G., *Il castello in Italia*. Firenze: Istituto Geografico Militare, pp. 1193-1204.
- Cassi Ramelli A. (1966). *Dalle caverne ai rifugi blindati. Trenta secoli di architettura militare*. Bari: Adda.
- Consorzio Castelli (1976). *Castelli. Castles. Schlösser*. Udine: Grillo Editore.
- Conti F. (1998). *Glossario di architettura fortificata (seconda edizione ampliata)*, Milano.
- Conti F. (1999). I termini dell'architettura fortificata, in F. Conti, *Castelli e rocche*. Novara: De Agostini.
- Corbanese G.G. (1993). Glossario. In G.G. Corbanese, *Il Friuli, Trieste e l'Istria. Dalla preistoria alla caduta del Patriarcato d'Aquileia*. Udine: Del Bianco, pp. 407-422.
- Foscan L., Vecchiet E. (1985). Terminologia delle opere fortificate. In Foscan L., Vecchiet E., *I castelli del Carso medioevale*. Trieste: Edizioni Svevo, pp. 235-236.
- Fundació Castells Culturals De Catalunya (2004). *El Castell. Terminologia basica*. Lleida.
- Gravett C. (1994). *I castelli medioevali*. Novara: De Agostini.
- Henckel H. (1964). Erklärung der gebräuchlichen Fachausdrücke. In Henckel H., *Burgen und Schlösser in Kärnten*. Klagenfurt: Verlag Leon, pp. 197-200.
- Hogg I. (1982). Glossario. In Hogg I., *Storia delle fortificazioni*. Novara: De Agostini, pp. 250-251.
- Macaulay D. (1979). Dizionario. In Macaulay D., *Il castello*. Roma: Nuove Edizioni Romane, pp. 81-83.
- Miotti T. (1981). Glossario dei termini tecnici. In Miotti T. *Castelli del Friuli. Storia ed evoluzione dell'arte delle fortificazioni in Friuli*. Udine: Del Bianco, pp. 357-372.
- Platt R. (1994). Glossario. In Platt R., *Dentro le cose. Il Castello*. Milano: Fabbri, p. 28.
- Raeburn M. (1981). Glossario. In Raeburn M., *Storia dell'architettura in Occidente*. Novara: De Agostini, pp. 290-294.
- Settia A.A. (1983). *Castelli e villaggi nell'Italia padana*. Napoli: Liguori.
- Settia A.A., Comba R. (1984). *Castelli. Storia e archeologia*. Torino: Regione Piemonte.
- Settia A.A. (1993). *Comuni in guerra. Armi ed eserciti nell'Italia delle città*. Bologna: Clueb.
- Settia A.A. (1999). *Proteggere e dominare. Fortificazioni e popolamento nell'Italia medievale*. Roma: Viella.
- Stenzel G. (1973). Kleines Burgen ABC. In Stenze G., *Von Burg zu Burg in Österreich*. Wien: Verlag Kremayr&Scheriau, pp. 243-246.
- Strassoldo M. (2005). *Glossario castellano*. Udine: Forum
- Taddei D. (2004). *Le parole del castello. Nomenclatura castellana*. Sesto Fiorentino: Plan.
- Valerio L. (2003). *Le antiche cinte urbane di Udine: le porte di Villalta, San Lazzaro e Gemona*. Udine: Università, Tesi di laurea, pp. 148-157.
- Villena L. (1969). Proposal for a Multilingual Glossary on Medieval Military Architecture. *Bulletin IBI*, 25-26.
- Villena L. (1971). Glossario de términos castellológicos medievales en lenguas románicas. *Castillos de Espana*, 71: 77-92.
- Villena L. (1975). *Glossaire. Fichier multilangue d'Architecture militaire medioevale*. Frankfurt: Weidlich.

Viollet-Le Duc E. (1854-68). *Dictionnaire raisonné de l'architecture française du XI au XVI siècle*. Paris: B. Bauge-A. Morel.

2. Dizionaris de lenghe furlane

AA.VV. (1987), *Dizionario etimologico storico friulano*, 2 voll. Udine: Casamassima.
 CFL 2000 (2010), *Grant Dizionari Bilengâl Talian Furlan*. Udine: Arlef.
 Faggin G. (1985), *Vocabolario della lingua friulana*, 2 voll. Udine: Del Bianco.
 Nazzi G. (1993), *Vocabolario italiano friulano*. Udine: Messaggero Veneto.
 Nazzi G. (2003), *Vocabolario italiano-friulano e friulano-italiano*. Udine: Designgraf.
 Tore Barbina T. (1991), *Vocabolario della lingua friulana. Italiano-friulano*. Udine: Verbi Editore.
 Pirona G.A. (1992), Carletti E., Corgnali G.B., *Vocabolario friulano*. Udine: Società Filologica Friulana.

3. Lessics furlans storicis

Benes P. (1979). *L'urbario della famiglia Strassoldo degli anni 1448-1454*. Trieste: Università, Tesi di laurea.
 Bertossi S. (1977). Glossario. In Bertossi S., *Case friulane. Architettura spontanea della Bassa*. Udine: Doretti, pp. 127-130.
 Braida I. (1980). *Il più antico urbario della famiglia Strassoldo (1390-1395)*. Trieste: Università, Tesi di laurea.
 Brumatti De Jacomini e Sigisberg A. (1843). *Compendi di dug i Contegnos pa'l soldat comun*, Vienna: Ullrich.
 Collini G. (1899). *Vocabolario metodico friulano-italiano e italiano-friulano di cose attinenti alla casa ed alla campagna*. Udine: Seitz.
 Deluisa L. (1992), Glossario. Parole trovate in antichi documenti e testi consultati. In Deluisa L., *Strassoldo nell'agro di Aquileia*. Udine: Tipografia Miani, pp. 125-134.
 Di Caporiacco G. (1981). I primordi dell'estimo: proprietà castellane e feudali. Vocabolario tecnico. In Miotti T., *Castelli del Friuli. La vita nei castelli friulani*, Udine: Del Bianco, pp. 175-201.
 Piccini D. (2006). *Lessico latino medievale in Friuli*. Udine: Società Filologica Friulana.
 Santi E. (2001). I muri merlati del territorio di Gemona. In Costantini E., *Glemone*. Tavagnacco: Società Filologiche Furlane, pp. 177-182.
 Scarin E. (1943). *La casa rurale nel Friuli*. Firenze: CNR. Gnove edizioni (1978) Reana: Chiandetti.

4. Tescj furlans de Ete di Mieç

Della Porta G.B. (1928). *Toponomastica storica della Città e del Comune di Udine*. Udine. Nuova edizione (1991), Udine: Società Filologica Friulana.
 Joppi V. (1878). Testi inediti friulani dei secoli XIV al XIX. In *Archivio Glottologico Italiano*. Roma: Loescher.
 Marchisio Raccampo R.M. (1973). *La giurisdizione criminale della Signoria di Strassoldo nel secolo XVI dagli atti dell'Archivio Storico Provinciale di Gorizia*. Trieste: Università, Tesi di laurea.
 Petruzzi S. (1974). *La famiglia Strassoldo sino al secolo XIV*. Trieste: Università, Tesi di laurea.
 Piccini D. (1970). *Contributo al lessico del friulano antico*, 2 voll. Padova: Università, Tesi di laurea.
 Valerio L. (2003). *Le antiche cinte urbane di Udine: le porte di Villalta, San Lazzaro e Gemona*. Udine: Università, Tesi di laurea.

5. *Tescj storics par furlan*

- Bellina A. (1997). *La Bibie*. Udine: Istituto Pio Paschini.
 Marchet J. (1974). *Cuintristorie dal Friûl*. Udine: Doretto.
 Menis G.C., Verone L. (1995). *La Storie dal Friûl*. Udine: Societât Filologjiche Furlane.
 Piçul P. (1974). *Storie dal popul furlan*. Reana: Chiandetti.

Alegât - Glossari cjiscjelan furlan

<i>Tiermins</i>	<i>Descrizion</i>	<i>Font</i>
<i>architetonics</i>		
Arcjere (furl.) Arciera (it.) Archière (fr.) Sagetera (cat.) Arrow loop (ingl.) Bogenscharte (tod.)	Buchere verticâl par trai cul arc.	RC
Arcabusere Archibugiera Arcabusièr Arcabusera Arcabus loop Schlusselscharte	Buchere verticâl o orizontâl cuntune buse taronde par trai cul arcabûs.	RC
Balestrere Balestrier Arbalètrièr Ballestrera Loophole Armbrustscharte	Buchere orizontâl par trai cu la balestre.	DESF
Baluart Baluardo Baluard Bastion Bastion Bollwerk	Implant difensîf in mûr a forme pentagonâl o di cûr. Te Rinassince i baluarts a çjaparin il puest des tors angolârs a difese cuntri des artilaris. Dispès tal lengaç comun al è confondût cul bastion.	RC
Bancjete Banchetta	Riplan daûr de spalette dulà che i difensôrs a po-devin trai stant in pîts.	RC

<i>Tiermins architetonics</i>	<i>Descrizion</i>	<i>Font</i>
Banquette Banqueta Firing step Bank		
Barbecjan Barbacane Barbacane Barbacana Barbican Barbakane	Element di difese o di sostegn fûr des muris.	NP
Barbete Barbetta Barbette Barbeta Barbette Geschutzbank	Riplan in tiere o altri materiâl daûr de spalete cui canons.	RC
Balfrêt Battifredo Beffroi Talaia Watch tower Wachturm	Tor di vuardie.	RC
Bastide Bastida Bastide Bastida Bastide Feldbefestigung	Element difensîf fûr des muris in tiere e gradiç.	FAGGIN, NAZZI
Bastion Bastione Boulevard Bastio Bastion Bastion	Grant tiereplen fodrât di mûr a forme pentagonâl o di cûr, tes fuartecis rinassimentâls.	DESF
Bombardere Bombardiera Cannonière Bombardera	Buchere par trai cu lis bombardis.	RC

<i>Tiermins architetonics</i>	<i>Descrizon</i>	<i>Font</i>
Bombard loop Geschutzscharte		
Bratanescje Bertesca Bretèche Lladronera Brattice Erker	Element difensîf in len o in muradure poiât su lis muris parsore di une puarte o di un barcon.	PICCINI
Bolzon Bolzone Bascule Bascula Bascule Schwenbalken	Trâf par manovrâ il puint jevadôr.	DESF
Borc Borgo Bourg Poblat Burg Vorbürg	Grup di cjasis sieradis intor di une glesie o di une strade e spes protezudis di un mûr e cressudis fûr dal cjiscjel.	DESF
Braghe Braga Braie Braga Braye Vorderwall	Zîr di muris intor des muris principâls.	NP
Buchere Feritoia Meurtrière Esplittlera Loophole Schliesscharte	Vierzidure sul mûr lungje e strete par trai cun arcs, balestris, arcabûs.	DESF
Canonere Cannoniera Cannonière Canonera Gunloop Kannonenscharte	Buchere largje par podê trai cui canons.	RC

<i>Tiermins architetonics</i>	<i>Descrizion</i>	<i>Font</i>
Caponere Caponera Caponnière Caponera Caponier Grabenwehr	Element difensifesterni sistemât intal fossâl in maniere di dâ la pussibilitât a lis miliziis di jessî fûr des fuartificazions internis e difindi il fossâl stes e chês altris voris fuartificadis esternis.	RC
Cavalîr Cavaliere Cavalier Cavaller Cavalier Kavalier	Rialç a cjaval de curtine cun funziions di vuaite e di difese.	RC
Coladôr Caditoia Machicoulis Matacà Machicolation Senkscharte	Spazi comprendût tra doi incalms di indulà che in situaziions di pericol si tirave jù vueli sbruvint, pieris, plomb fondût, aghe bulinte.	NP
Cjamin di vuaite Cammino di ronda Chemin de ronde Camì de ronda Parapet walk Wehrgang	Riplan tal spessôr des muris daûr des merletaduris dulà che a passavin lis schirivuaitis o a stevin i difensôrs.	RC
Cjasemate Casamatta Casamatte Casamata Casemate Kasematten	Piçul edifici cuviert rigjavât tal spessôr des muris o poiât a lis muris stessis e proviodût di bucheris par trai cun armis di fûc.	NP
Cjiscjel Castello Chateau-fort Castell Castle Burg	Strutture fuartificade complesse residence di un feudatari.	NP
Cjiscjel di abitazion Castello residenziale	Residence signoriâl cun cualchi element di fuartificazion spes nome decoratîf.	RC

<i>Tiermins architetonics</i>	<i>Descrizion</i>	<i>Font</i>
Chateau Castell Manor house Schloss		
Cjiscjelut Castelletto Chatelet Castellet Small castle Schlosschen	Cjiscjel di piçulis dimensions.	GDBTF
Ciscjerne Cisterna Citerne Cisterna Cistern Zisterne	Depuesit in mûr impermeabilizât pe racuelte de aghe di ploie.	NP
Cuintrifuart Contrafforte Contrefort Contrafort Counterfort Stutzmauer	Element in muradure par rinfuarçâ une muraie o un tiereplen.	RC
Curtine Cortina Cortine Cortina Courtain wall Courtine	Toc di mûr jenfri doi bastions o baluarts.	FAGGIN, GDBTF
Fuort Forte Fort Fort Fort Fort	Fuortificazion bastionade di no grandis dimensions cun funzions dome militârs e no residenziâls.	NP, GDBTF
Fuartece Fortezza Fortreresse Fortalesa	Fuortificazion bastionade di grandis dimensions proviodude di magazins, casermis e ancje abitazions pes fameis dai militârs e pe popolazion civil.	GDBTF, NP

<i>Tiermins architetonics</i>	<i>Descrizion</i>	<i>Font</i>
Fortress Festung		
Fuartin Fortino Fortin Forti Fortlet Kleine Feste	Fuart di piçulis dimensions.	NP, GDBTF
Fuesse Fossato Douve Fossat Moat Graben	Cjanâl sgjavât intor de fuartificazion cun funzions difensivis implenât di aghe tal plan o tes risultivis o sut in culine e te mont.	NP, GDBTF
Gjarete Garitta Echauguette Garita Bartizan Scharwachturmchen	Cuarp prominent su lis muris o su lis tors, spes sui cjantons. In di di vuê ançe ripâr pes vuaitis tes casermis.	GDBTF
Incalm Beccatello Cartella Corbeau Bracket Konsole	Arcut che si poie su di un pidulin. Al sosten la spalete di une merletadure o la linde di un cuviert o un puiûl.	NP, GDBTF
Lice Lizza Lice Lliça Lists Zwinger	Striche di teren framieç di dôs muraiis di difese.	GDBTF
Lobie Loggia Loge Llotja Lodge Lauben	Edifici viert di une bande cun arcadis. Spes al veve funzion publichis, tant che sede de vicinie o de justizie.	GDBTF

<i>Tiermins architetonics</i>	<i>Descrizion</i>	<i>Font</i>
Lunete Lunetta Lunette Lluneta Lunette Lunette	Fuartificazion esterne ai bastions che e veve la funziun di vampuest a protezion dai assediâts in surtide.	FAGGIN
Merlet Merlo Merlon Merlet Merlon Zinne	Element difensîf in muradure a coronament de muraie, cun forme plane o a code di cisile, che al veve la funziun di permeti ai difensôrs di parâsi dopo vê trat sui assediants traviers il spazi framieç di doi merlets.	FAGGIN
Mote Motta Motte Mota Motte Motte	Fuartificazion costituide di une culine artificîal contornade di un fossâl e di une spinade, e spes cuntune tor insom.	NP
Oreglon Orecchione Orellon Ourillon Orillion Ohr	Mûr che al continue un bastion fin ae cortine.	NP
Palade Palizzata Palissade Palissada Stockade Pfahlzaun	Element di difese fat cun pâi di len doprâts intun prin moment de costruzion dai cjiscjei.	NP
Plaçole Piazzola Emplacement Plataforma Gun platform Stand	Tiereplen dulà che al vignive montât un canon une vore pesant.	RC
Poç Pozzo	Vierzidure verticâl tal teren, scuasit simpri taronde, sgjavade fin ae falde o par cjapâ sù la aghe di ploie.	NP

<i>Tiermins architetonics</i>	<i>Descrizion</i>	<i>Font</i>
Puits Pou Well Senkbrunnen	.	
Puarte Porta Porte Porta Gate Tor	Jentrade al cjiscjel traviers de muraie o di une tor.	NP
Puint jevadôr Ponte levatoio Pont-levis Pont llevadis Drawbridge Zugbrucke	Puint mobil sul fossâl che cuant che al covente al pues jessi jevât par difese.	NP
Pusterle Postierla Poterne Portella Postern Mannloch	Piçule puarte pal moviment pedonâl, che si vierzeve intes muris te tor-puarte di jentrade.	RC
Riscjel Rastrello Herse Rastell Portcullis Fallgatter	Gridele di fiêr o di len che e vignive calade dal alt par sierâ une puarte.	GDBTF
Rivelin Rivellino Revelin Revelin Ravelin Vorwerk	Grues element fuartificât fûr dai bastions in tiere e muradure di forme triangolâr a difese di une puarte di une fuartece.	NP
Roche Rocca Chateau-fort Fortalesa	Cjiscjel medievâl fat sù insom di une mont.	NP

<i>Tiermins architetonics</i>	<i>Descrizion</i>	<i>Font</i>
Stronghold Hochburg		
Saracjinesche Saracinesca Herse Rastell Portcullis Fallgatter	Une altre maniere di nomenâ il riscjel.	RC
Scarpe Scarpa Escarpe Escarpa Scarp Grabenmauer	Parêt inclinade dal fossâl o element di sostegn di une muraie o di une tor.	FAGGIN
Slambri Breccia Brèche Bretxa Breach Bresche	Vierzidure produsude de artiliarie intune muraie o intun bastion.	FAGGIN
Spalt Spalto Glacis Esplanada Berm Schussfeld	Tiereplen tra il fossâl e lis muris.	NP
Spaltade Vallo Rempart Vall Moat Wall	Tiereplen protezût di une palade in cime e di un fossâl da pît, dut intor dal cjampament o dal cji- scjel. Tai cjiscjei di plan il fossâl al è plen di aghe e in chei di mont al è sut, e al corispuint cuntun ingjâf taiât te piere a protezion des muris.	NP
Tiereplen Terrapieno Terreplain Terreplein Terreplein Erdwall	Elevazion di tiere batude o murade.	NP

<i>Tiermins architetonics</i>	<i>Descrizion</i>	<i>Font</i>
Tor Torre Tour Torre Tower Turm	Element fuartificât verticâl di plante cuadrade, taronde o poligonâl, cun funzions di vuaite, di difese e ancje di abitazion, cu la cime merletade o cuvierte di cops o di scjandulis.	NP
Tor di vuaite Torre di vedetta Tour de guet Torre de guaita Watchtower Wachturm	Tor costruide par funzions di segnalazion e di vuaite, la plui alte dal cjiscjel.	RC
Tor mestre Torre maestra Tour maitresse Torre mestra Keep Hauptturm	La tor plui impuartante dal cjiscjel.	RC
Tor puarte Torre portaia Tour porte Torre porta Gatetower Torturm	La tor che e controle la jentrade dal cjiscjel.	RC
Tor scudade Torre scudata Tour ouverte Torre escutada Shielded tower Schalenturm	Tor cence parêt viers l'interni, vierte daûr des muris.	RC
Torate Torrione Grosse tour Torassa Keep Grossturm	Tor di grandis dimensions, clamade ancje <i>durion</i> , <i>turion</i> .	NP
Trincere Trincea	Element difensîf formât di une fuesse munide di fassinis, sacs di tiere, gabions.	NAZZI

<i>Tiermins architetonics</i>	<i>Descrizion</i>	<i>Font</i>
Tranchée Trinxera Trench Scutzengraben		
Turisele Torretta Tourelle Torrella Touret Turmchen	Tor di piçulis dimensions che si cjatin spes tes cjas fuartificadis.	NP

Lis fonts

DESF: AA.VV. (1987). *Dizionario etimologico storico friulano*, 2 voll. Udine: Casamassima.

FAGGIN: Faggin G. (1985). *Vocabolario della lingua friulana*, 2 voll. Udine: Del Bianco.

GDBTF: CFL 2000 (2010). *Grant Dizionari Bilengâl Talian Furlan*. Udine: Arlef.

NAZZI: Nazzi G. (1993). *Vocabolario italiano friulano*. Udine: Messaggero Veneto.

NP: Pirona G.A. (1992). Carletti E., Corgnali G.B., *Vocabolario friulano*. Udine: Società Filologica Friulana.

PICCINI: Piccini D. (2006). *Lessico latino medievale in Friuli*. Udine: Società Filologica Friulana.

RC: tiermin ricostruît.

La salût des feminis

SILLA STEL *

Ristret. La “Midisine di gjenar” e je la sience che e studie la influence dal gjenar (feminin) su la fisiologjie, la fisiopatologjie e la cliniche di dutis lis malatiis e no dome di chês “des feminis” ven a stâi chês dal aparât riprodutîf. In di di vuê o savìn che lis feminis a si inmalin di plui dai oms, ma no dome parcè che a vivin di plui o a doprin plui midisinis (che ur dan plui efjets contraris che no ai oms), ma ancje parcè che tes feminis il mâl dal zucâr al è plui dispès complicât, l’infart al à plui dispès sintoms atîpics, e lis curis pes coronaropatiis a funzionin mancûl ben che no tal om. La midisine di gjenar e vûl disvilupâ ricercjîs specificichis par descrivi dutis lis diferencis anatomofisiologjichis e patologjichis a level di ducj i orghins, par viodi trop che a zovin pardabon su lis feminis i intervents diagnostics, terapeutics e di prevenzion.

Peraulis clâf. Midisine di gjenar, salût des feminis.

1. Introduzion. Chest lavôr al presente un struc des comunicazions presentadis te cunvigne “La salute delle donne” organizade de Aziende pai Servizis Sanitaris n. 5 “Basse Furlane” e tignude a Palme ai 8 di Març dal 2012: un pas impuartant par gjetâ lis fondis par une culture mediche che e scomenci a cjalâ a lis diferencis di cure, diagnosi e prevenzion jenfri oms e feminis.

“Midisine di gjenar” al è un concet resint: tal 1991 Bernardine Healy – direttore dal Istitût nazionâl merecan di Salût Publiche – e publicà sul New England Journal of Medicine *The Yentl syndrome*. L’articul al de-

* Dipartiment di Prevenzion, Aziende pai Servizi Sanitaris n. 2 “Basse Furlane-Isontine”, Palme (Ud), Italie. E-mail: stel.silla@libero.it

scriveve doi studis scientificis che a dimostravin come che lis feminis cardiopatichis a ricevevin mancül curis, plui in ritart e mancül apropiadis che no i oms, e come che terapiis che a lavin ben pai oms a valevin pôc e nuie pes feminis. Cussì al nassè il tiermin “Gender Medicine”. Al è dome tal 2002 che intune Universitât, la Columbia University di New York, al fo inmaneât un cors di Midisine di gjenar e dome tal 2008 al fo inmaneât in Italie un master te Universitât Tor Vergata di Rome. Scomencin a cjalâ cualchi numar gjavât fûr di un studi ISTAT dal 2007: il 6% des feminis e à disabilitâts cuintri il 3% dai oms, il 9% des feminis e à osteoporosi a pet dal 1% dai oms. Lis feminis a àn plui allergiis (+ 8%), diabete (+ 9%), catarate (+ 80%), pression alte (+ 30%), tiroide (+ 500%), artrosi/artrite (+49%), mal di cjâf (+ 123%), calcui (+ 30%), depression (+ 138%), Alzheimer (+ 100%), osteoporosi (+ 736%). Il parcè nol è ancjemò vonde studiât, e la Midisine di gjenar e vûl disvilupâ ricercjis specifichis par descrivi dutis lis diferencis anatomofisiologjichis e patologjichis a nivel di ducj i orghins, par viodi trop che a zovin pardabon su lis feminis i intervencis diagnostics, terapeutics e di prevenzion, par capî a plen il parcè di chescj numars.

2. Farmacologjie di gjenar. Il probleme di fonde al nas dal fat che tantis medisinis (principis farmacologjics) e tantis curis a son stadis studiadis sul om e pal om e dome dopo “adatadis” a la femine: di fat pai studis clinics di gnovis medisinis a vignivin (e a vegnin) reclutâts par solit oms adults e sans; lis feminis in etât fertile e chês che a compravin a jerin gjavadis vie par no vê il pericol di dâur sostancis tossichis che un doman a podevin fâ dams al tiessût fetâl, e ancje par vie de interference che lis variacions ormonâls ciclichis des feminis a puedin vê sui studis farmacologjics.

Ma oms e feminis a metabolizin lis medisinis (e ancje altris sostancis, pensin al alcul) in maniere diferente: par esempi i oms a àn plui enzims tant che CYP1A2 e CYP2D6 che a metabolizin cetantis sostancis come par esempi i antidepressîfs, i betabloccants e i opiacis.

Une altre criticitât e je che lis feminis a son pôc presintis tai studis des terapiis oncologjichis, cu lis consequencis che o podin imagjinâ. In plui, lis feminis a son plui sensibilis a lis sostancis cancerogjenis, il fum di ta-

bac ur causione plui dams che no al om: par esempli il tumôr polmonâr causionât dal fum di tabac te femine al è plui trist, parcè che al à plui mutazions. E pôc studiât al è l'efiet che e à la nicotine sul ecuilibri endocrin de femine.

Ma no dome lis medisinis, ancje la eziologjie, lis manifestazions des malatiis e lis curis a son stadis studiadis sul om e dome dopo voltadis (e adatadis) a lis feminis.

3. Cardiologjie di gjenar. Intun studi su la salût des feminis inmaneât par cure de Regjon Friûl Vignesie Julie a no son vignudis fûr difarencis su la tempestivitât des curis jenfri oms e feminis tai pronti socors; al è però un dât di fat che e je ancjemò sotstimade tes feminis la prevalence de malatie cardiovascolâr e soledut cerebrovascolâr. Tes feminis e je plui alte la letalitat dopo di un event e ancjemò scjars a son i controis dai fatôrs di pericol come diabete, pression alte, dislipidemie. Un esempli: il control almancul une volte ad an de emoglobine glicade e je une buine pratiche di prevenzion tai cardiopatics e diabetics. Tal 2011 in FVJ il 63,5% dai oms al à fat chest esam, ma dome il 56,9% des feminis. Come pericol cardiovascolâr a son di segnalâ la cressite des fumadoris (che a fasin plui fature dal om a molâ il fum) e la sotstime dal consum di alcol. Lis evidencis nus disin che il “Pericol cardiovascolâr globâl” al è plui bas tes feminis fin te menopause... un ritart di 10 agns e dopo al è come e plui di chel dal om.

4. Nefrologjie di gjenar. In struc o podin dî che se o cjalin i numars dai regjistris dai trapiants o viodin une scjarse atenzion a lis diferencis di gjenar sedi tai studis che te valutazion des curis.

Lis feminis a van mancul in dialisi che no i oms e a son mancul trapiantadis e il parcè a nol è ancjemò clâr. Jenfri i donadôrs vivents invezi a son plui feminis che no oms.

5. Midisine dal lavôr. I dâts des malatiis professionâls nus disin che a son patologjiis leadis al lavôr che a cjapin di plui lis feminis che no i oms: tal sisteme osteo-artro-muscolâr soledut a nivel de colone vertebrâl (cervico-dorsâl e lombo-sacrâl), la sindrome dal tunel carpâl, mialgjie e tendinitis,

dermatitis alergjichis, disturps/patologjie dal stress, tumôrs dai rognons (tes lavoradoris a contat cun solvents), leucemiis (tal compart agricul).

Ma lis cognossincis, lis valutazions dal pericol, lis misuris di prevenzion... tegnino cont de specificitât biologjiche de femine? La rispueste e je che e esist une grande disparitât di gjenar te ricercje epidemiologjiche su la salût sul puest di vore e i studis no rifletin la situazion de femine tal mont dal lavôr dal di di vuê. Lis statistichis nus disin ancje che in Europe un om in gjenarâl al lasse il lavôr par malatie cardiache, une femine par motifs osteoarticolars e psicologjics. Ancje il mobbing e lis molestiis sul puest di vore a son tant plui frequentis tes feminis che no tal om, cun-tun rapuart di 9 a 1.

Se o cjalin i infortunis sul puest di vore, o viodin che je une difarence jenfri oms e feminis, cun plui infortunis tai oms, ma se o cjalin i infortunis in itinere o viodin come cheste difarence e je significative a sfavôr des feminis. Tai incidents tes stradis a son diferents i oraris dal event jenfri feminis e oms: tai infortunis cun incident te strade, jenfri il 2004 e il 2007, o viodin che le ponte dai events pes feminis e je tor 8 di buinore e une ponte plui piçule tor de une dopodimisdi (cuant che si mene o si cjol i fruts a scuele).

La sperance di vite pes feminis e je in medie di 84,4 agns a pet dai 79,2 dai oms. Ma cemût ise cheste vite? Dâts ISTAT riferîts al 2011 nus disin che dome il 67% des intervistadis feminis e dîs di vê buine salût cuintri il 75% dai oms e che il 23,7% des feminis e à dôs o plui malatiis cronicis cuintri il 16% dai oms.

6. Mâl stâ (depression dal umôr). Secont i risultâts dal studi PASSI – Progressi delle Aziende Sanitarie per la Salute in Italia, rapuart 2010, che al scandaie un campion di popolazion dai 18 ai 69 agns, la cualitât de vite, sedi la percezion dal stât di salût che la funzionalitât, e je piês tes feminis che no tai oms.

Tes feminis la sensazion di “no stâ ben” e scomence cetant adore. Se di fat a 14 agns il 96% dai intervistâts, cence distinzion di gjenar, al dîs di vê buine salût, za jenfri i 15 e i 17 agns il 95% dai frutats a disin di stâ ben, cuintri a pene l’82% des frutatis; ven a stâi che une fantacine su 5 e dîs di no stâ ben.

7. Prevenzion e promozion de salût. Dal sigûr a son stâts fats pas indevant te prevenzion, pensìn ai screenings, ma une riflessione e à di jessi fate ancje sui stîi di vite. Se e je vere che par cumò lis feminis a àn un stîl di vite plui prudent, e je ancje vere che a trascurin tancj fatôrs protetîfs come par fâ un esempli la ativitât motorie. Simpri i dâts PASSI nus disin che in Italie e ancje in Friûl lis feminis a àn in medie une vite plui sedentarie e la sedentarietât al è un fatôr di pericol par tantis malatiis.

Ancje il screening pai tumôrs dal colon-ret, ufiert ai oms e a lis feminis dai 50 ai 69 agns: dal sigûr a saran valutazions epidemiologjichis di cost/benefici, ma visinsi che tes feminis il tumôr dal colon-ret al ven fûr in medie 5 agns plui tart che no tal om.

Bisugnarès ancje valutâ miôr l'împat che al à tes feminis il stîl di vite (e i fatôrs di pericol) par inmanê strategjiis di prevenzion so redut pes patologjiis che a cjapin lis feminis in maniere diferente o sproporzionade rispjet al om come lis coronaropatiis, lis malatiis nervosis, la osteoporosi.

Bibliografie

- Azienda per i Servizi Sanitari n. 5 “Bassa Friulana” (2013). “*Guadagnare salute*”... nella Bassa Friulana: Report ASS5 Bassa Friulana Quadriennio 2010-2013, Rapuart aziendâl Sistema di Sorveglianza PASSI, scjariabil ae direzion: http://www.ass5.sanita.fvg.it/penccms/export/sites/ass5/it/servizi_al_cittadino/promozione_della_salute/progetto_PASSI/PASSI/Report-ass5-2010-2013.pdf
- CNESPS – Centro Nazionale di Epidemiologia, Sorveglianza e Promozione della Salute (2010). *Rapporto nazionale PASSI 2010*, scjariabil ae direzion: <http://www.epicentro.iss.it/passi/rapporto2010/R2010Indice.asp>
- Healy, B. (1991). The Yentl Syndrome. *New England Journal of Medicine*, 325 (4): 274-276.
- ISTAT – Istituto nazionale di statistica (2007). *Condizioni di salute e ricorso ai servizi sanitari*. Si pues scjariâ ae direzion: http://www3.istat.it/salastampa/comunicati/non_calendario/20070302_00/
- ISTAT – Istituto nazionale di statistica, CNEL – Consiglio Nazionale dell’Economia e del Lavoro (2013). Salute. In *bes 2013: il benessere equo e sostenibile in Italia*, pp. 18-39. Si pues scjariâ ae direzion: <http://www.istat.it/it/archivio/84348>
- ki.se/en/research/centre-for-gender-medicine/ Sît dal Center for Gender Medicine, Karolinska Institutet, Stocolme, Svezie.
- www.epicentro.iss.it/passi/ Sît dal Sistema di Sorveglianza PASSI – Progressi delle Aziende Sanitarie per la Salute in Italia, dentri dal portâl dal Centro Nazionale di Epidemiologia, Sorveglianza e Promozione della Salute, Rome, Italie.
- www.gendermedicine.org Sît de European Society of Gender Health and Medicine, Milan, Italie.

www.giseg.org Sit dal Gruppo Italiano Salute e Genere.

www.meduniwien.ac.at/hp/gender-medicine/ Sit de Gender Medicine Unit, Medizinische
Universität Wien, Viene, Austrie.

recensions

GIUSEPPE CORONGIU

Il sardo: una lingua "normale"

Condaghes, Cagliari, 2013

Il dibatiment su la lenghe, ma so redut su la identitât sarde al è di simpri une vore sintût tra i autonomiscj de Isule di Lussu e di Gramsci. Lu dimostre il libri *Il sardo: una lingua "normale"* di Giuseppe Corongiu, za diretôr dal Uffici de lenghe sarde de Regjon, gjornalist, di simpri impegnât inte lote pal ricognossiment dal sart tant che lenghe a ducj i efets. Il manuâl, come che lu definìs l'autôr stes, al è indreçât a "cui che nol sa nuie di chest argument, nol cognòs la linguistiche e al vûl savê di plui o cambiâ idee" su la lenghe sarde e al fronte une schirie di tematichis leadis a cuistions plui o mancul discutudis su la Isule: il dificil savoltament dai prejudizis sul sart e su lis lenghis minoritariis in gjenar (prin tra ducj la pôre che l'ûs de lenghe locâl al ostacoli l'aprendiment coret de lenghe di Stât); la necessitât di une politiche linguistiche adate e moderne; i ostacui culturâi a acetâ une lenghe standard, "normâl" juste apont.

Dilunc di un viaç tra leterature scrite e orâl e la storie dai moviments sardiscj fate di personaçs politics, inteletuâi e militants, Corongiu al riflet suntune possibile rinassite de lenghe e sul troi che bisugnarès cjapâ par no pierdi, anzit, par infuartî la identitât dal popol sart.

La analisi e scomence duncje di lontan e e met in lûs dutis lis barrieris che a àn ostacolât une tutele serie de *limba*. In particolâr, la mancjade cjapade di cussience de classe dirigente, insiemit a cualchi teorie sientifiche costruïde *ad usum Delphini*, a àn dât seont a une misture esplosive che e à inescjât – cu la complicitât de scuele e dal sisteme di comunicazion massificât – il penôs procès di trascurance de lenghe regjonâl.

Corongiu al fâs la liste e al contradîs une par une chestis presumudis "teoriis sientifichis" che, par so cont, no son altri che lûcs comuns metûts dongje des universitâts, dai scritôrs e dai gjornaliscj, e par chest strisinâts di gjenerazion in gjenerazion.

Il prin dogme che al cîr di discreditâ al è chel trasmetût di tancj dialetoics che a teorizin che il sart al sedi une lenghe arcaiche, une specie di tart latin plui che une lenghe neolatine come dutis chês altris, par nuie buine di tignî dentri un lessic tecnic modern e sientific.

Afermazion che e inflame l'autôr, come ancje la critiche su la mancjance di tiermins astrats, peade ae usance antighe di considerâ il sart une lenghe dome popolâr, “barbare”, “incivil” e “inculte”, buine par un ûs comun e mai ricognossude tant che mieç di comunicazion alt e meritevul. Osservazions “dineadis” di diviers studiôs e linguiscj ma, propit parcè che a son lûcs comuns, dûrs a murî.

Un altri mît, ancjemò vîf inte societât isolane e che Corongiu al stigmatize cun viamence, al è chel che al definìs la lenghe incomprendibile, tant che nancje chei che le cjararin, se di zonis diviersis, a saressin bogns di capîsi: une “stupidade”, come che al dîs l'autôr, cence fonde. Un altri lûc comun al è chel che il sart al sedi un popul svariat e dividût, ma soledut un idiome une vore framentât, individuât dome in maniere convenzionâl in dôs feveladis: la “logudorese” centrisetentrionâl e la “campidanese” meridionâl. Teorie contestade cun durece dal autôr che al denuncie come chest *cliché* al vedi impedît cetant il svilup di une lenghe comune. Corongiu al evidenzie di fat come che ducj i tentatîfs fats par “normalizâ” il sart a sedin stât vanificâts de persistence di chescj fals prejudizis e di une schirie di acusis cence mani.

Se di une bande al è evident, come dal dut normâl, che sul teritori a sedin individuabilis claris diferencis lessicâls e soledut fonologjichis, di chê altre bande al è ancje vêr che cheste famee linguistiche e sedi tant plui unide, sul plan de sintassi e de morfologjie, di ce che si pense.

Discors difencil di capî, ma necessari par acetâ la idee di un standard uficiâl. Idee che in realtât e je za un fat, che si è concretizât inte LSC, la *Limba Sarda Comuna*, varade de Regjon Sardegne intal 2006 ancje grazie al lavôr di un altri paladin di une vision moderne des politicis linguisticis pal sart: il professôr Diego Corraïne.

La LSC, che par altri e à il mert di rapresentâ la lenghe sarde scrite tignint cont di dute la varietât dai siei dialets, no je mai stade acetade di largje part de academie isolane, che le à simpri definide une “lenghe artificîal”, o ancjemò piês, “di plastiche”. Critichis di gnûf infondadis: cuale lenghe scrite comune (o *koiné*, come che le clamavin inte Grecie antighe) no ise il risultât di un procès di normalizazion puartât indenand di leterâts o ben di linguiscj? Il câs dal talian al è sot dai voi di ducj, ma al è tant plui facil, par cualchidun, “sbarâ su la Crôs Rosse” de LSC. E in-

tant il sart, cence une fuarte e condividue lenghe-tet comune, al è ro-seât dal talian, che ogni dì al atente ai siei trats morfosintatics e lessicâi plui carateristics. Ma, si sa, par cualchi dialetolic – plui anatomopatolic che cardiochirurc de lenghis (categorie, cheste ultime, dulà che o metìn l'autôr) – al è tant plui gratificant studiâ une lenghe muarte che vive, par sezionâ e classificâ miôr lis diviersis parts dal cuarp, di conservâ po in ideai bussulots di formaldeide.

Cualchidun al azarde parfin la propueste di creâ doi standards, un “logudorês” e un “campidanês”, ipotesis a reson ritignude inacetabile dal autôr parcè che e sancirès la muart di une identitât sarde unitarie.

E alore, ce fâ par convinci ducj che la strade pe normalizazion de lenghe sarde e je chês juste? Cemût sburtâ i soestants a aplicâ un plan strategic, come che si fâs in ducj chei altris ambits des politicis istituzionâls? Corongiu lu dîs a fuart: al è rivât il timp di une svolte politiche, di une planificazion linguistiche che e tegni cont des miôr esperiencis di promozion a nivel european e mondiâl (Catalogne, Gales, Quebec, par nomenâ dome trê tra chês plui eficacis).

Di sigûr grancj pas a son za stâts fats di chei 18 di Avrîl dal 2006, di cuant che e je stade adotade de Regjon la prime delibare scrite par sart, ma tancj altris si ‘nd àn di fâ.

Al è chest ce che al salte fûr des peraulis di Corongiu: un apel a no fâ murî la lenghe sarde e a puartâ indenant la bataie par salvâ un popul e la sô identitât.

William Cisilino
(e à colaborât Manuela Modonutti)
ARLeF, william.cisilino@regione.fvg.it

Normis pai autôrs

Il *Gjornâl Furlan des Siencis* al è un periodic semestrâl, dividût in trê sezions:

Ricercjis. I articui di cheste sezion, scrits par furlan e par inglês, a àn di vê: titul, titulut di scoriment (max 45 batudis) autôr/s, istituzion/s, ristret (300/400 peraulis), 3/4 peraulis clâf. Il test al a di jessi dividut in: introduzion, materiâi e metodis, risultâts, discussion, bibliografie. I articui, di max 20 cartelis par furlan, a àn di jessi scrits in caratar Times New Roman, cuarp 12, interlinie 1,5; i margjins de pagjine a àn di jessi di 3 cm. par ogni bande. La introduzion, i materiâi e i metodis, i risultâts, e la discussion a varessin di cjapâ ognidun un cuart de lungjece totâl dal articol.

Rassegnis. I articui di cheste sezion a àn di vê: titul, titulut di scoriment (max 45 batudis), autôr/s, istituzion/s, ristret (300/400 peraulis), 3/4 peraulis clâf, bibliografie. I articui, di max 15 cartelis dome par furlan, a àn di jessi scrits in caratar Times New Roman, cuarp 12, interlinie 1,5; i margjins de pagjine a àn di jessi di 3 cm. par ogni bande. Al è miôr se il test dal articol al ven dividût in 4/5 paragrafs, ognidun cul so titulut. Ogni paragraf al varès di cjapâ un cuart/cuint de lungjece totâl dal articol.

Recensions. Lis recensions a àn di vê: autôr, titul dal libri, lûc di publicazion, editôr, an di publicazion. Lis recensions a àn di jessi dividudis in dôs parts: la prime e à di presentâ i contribûts di fonde dal libri; la seconde e à di pandi il giudizi sul libri. A la fin dal test si à di meti il non e cognon dal autôr de recension, la sô istituzion, la direzion di pueste eletroniche. Lis recensions, di max 4 cartelis dome par furlan, a àn di jessi scrits in caratar Times New Roman, cuarp 12, interlinie 1,5, i margjins de pagjine a àn di jessi di 3 cm. par ogni bande.

Bibliografie. I autôrs intal test a puedin jessi ripuartâts come in chescj esemplis:

Whitaker (1988) al à dit ...

Une vore di studiôs a àn viodût che ... (Whitaker 1977, Paradis 1999, Lebrun 2000)

La bibliografie e à di jessi scrite daûr di chescj esemplis:

(articui) Paradis M. (1999). One brain two languages. *Brain and Language*, 33: 125-140.

(libris) Whitaker H. (1977). *Handbook on Pragmatics*. Oxford: Pergamon Press.

(cjapitui di libris) Lebrun Y. (2000). Aphasic symptoms in Friulan. In Jakobson R. (Ed) *Aphasia in different languages*. New York: Academic Press, pp. 243-280.

Imagjins. No si acetin imagjins cuntune cualitât di risolucion inferiôr ai 300 DPI e di dimensions inferiôrs ai 8 cm. di base. I grafics e lis tabelis a àn di jessi realizadis cul program Excel.

Spedizion dai tescj. Lis normis presentadis parsore a son contignudis in documents di stîl che a vegnin inviâts ai autôrs corispondents pe preparazion dai lavôrs. I tescj cussî pron-tâts a son di mandâ par pueste eletroniche (e-mail) a une di chestis direzions:

antonino.morassi@uniud.it – Antonino Morassi

s.garlatti@libero.it – Stefania Garlatti-Costa

Acetazion. Il comitât di redazion al leiarà ducj i scrits, riservantsi l'acet, il refût o la richieste di corezions. A ducj i autôrs ur vignarà dade une rispueste.

Authors' Guidelines

The *Friulian Journal of Science* is published twice a year. The journal is divided into three sections:

Research papers. The original articles for this section, written in Friulian and in English, require: title, running title (max 45 characters), author/s, institution/s, summary (300/400 words), 3 or 4 key-words, introduction, materials and methods, results, discussion, bibliography. The articles, max 20 pages, have to be written using the Times New Roman font, size 12, spacing 1.5; page right and left borders of 3 centimetres.

Scientific papers. The articles, of high scientific profile and written in Friulian, have to contain: title, running title (max 45 characters), author/s, institution/s, summary (300/400 words), 3 or 4 key-words, bibliography. It is suggested that the text be divided into 4 or 5 paragraphs, each one with its own short title. The articles, max. 15 pages, have to be written as indicated for the Research Papers.

Book reviews. Reviews of foreign scientific books, written in Friulian have to contain: author/s, book title, where published, editor and year of publication. The articles should consist of two parts: contents of the book and the critical review. Reviewer's name, institution and e-mail address should be placed at the end of the text. The reviews in Friulian, max. 4 pages, have to be written as indicated for the Research Papers.

Bibliography. References should be quoted as follows:

Whitaker (1988) has said...

Many experts (Whitaker 1977, Paradis 1999, Lebrun 2000) have noticed that...

Bibliography should be written up as in the following examples:

(articles) Paradis M. (1999). One brain two languages. *Brain and Language*, 33: 125-140.

(books) Whitaker H. (1977). *Handbook on Pragmatics*. Oxford: Pergamon Press.

(chapters of books) Lebrun Y. (2000). Aphasic symptoms in Friulian. In Jakobson R. (Ed) *Aphasia in different languages*. New York: Academic Press, pp. 243-280.

Illustrations. Figures with a resolution quality inferior to 300 DPI and with a baseline shorter than 8 cm will not be accepted. The Excel programme should be used for graphics and tables.

Correspondence. The Authors' Guidelines are also contained in style files which are sent to the corresponding authors prior to the preparation of the papers. Once they have been drafted in accordance to these instructions, texts should be sent to one of the following addresses: antonino.morassi@uniud.it – Antonino Morassi
s.garlatti@libero.it – Stefania Garlatti-Costa

Editorial policy. The editorial committee reserves the right to accept, refuse or return the text for corrections.

