

Studi de formazion-distribuzion di clorît e clorât derivâts dal biossît di clôr intune rêt di distribuzion idriche: il studi di câs di Udin

FEDERICO SPIZZO*, DANIELE GOI*, SABINA SUSMEL**

Ristret. Par garantî la cualitât de aghe e evitâ la contaminazion bateriche tai Sistemis di Distribuzion de Aghe Potabile (SDAP), tai implants di tratament de aghe di bevi e ven fate une disinfezion. La concentrazion di disinfetant tai SDAP e cale cul timp, intant che, par vie des reazioni chimichis cu lis sostancis disfatis te aghe, cul particulât, cul biofilm e cul materiâl des parêts dai tubis, e aumete la formazion di sotprodots de disinfezion (SPD). I metodis di disinfezion plui doprâts a son chei a base di clôr e se al ven doprât come disinfetant il biossît di clôr, come SPD si puedin produci il clorît e il clorât. Chest studi al valute, cuntun model di simulazion (EPANET-MSX), la formazion e la distribuzion di clorît e clorât tal sisteme di distribuzion idriche di Udin, che al ven disinfetât cun biossît di clôr.

Disponi di un model chimic-idraulic integrât al pues, di fat, miorâ la gjestion de rêt idriche sedi in cundizions standard sedi in cundizions particolârs. I risultâts otignûts cul model di simulazion a mostrin une difference minime cui valôrs di concentrazion misurâts sul puest, duncje si pues ipotizâ che a puedin jessi doprâts in variis cundizions par fâ previsionis.

Peraulis clâf. Sotprodots di disinfezion, biossît di clôr, EPANET-MSX.

1. Introduzion. Par garantî la cualitât de aghe e evitâ la contaminazion bateriche, tai sistemis di distribuzion de aghe di bevi (SDAP), tai implants di tratament de aghe potabile (ITAP) e ven fate une disinfezion. Dut câs, la concentrazion di disinfetant tai SDAP e cale cul timp, intant che

* Dipartiment Politecnic di Ingegnerie e Architetture. Universitât dal Friûl, Udin, Italie.
E-mail: spizzo.federico@spes.uniud.it; daniele.goi@uniud.it.

** Dipartiment di Siencis agroalimentârs, ambientâls e animâls. Universitât dal Friûl, Udin, Italie.
E-mail: sabina.susmel@uniud.it.

e cres la formazion di sotprodots di disinfezion (SPD); chest par vie des reazioni chimichis dal disinfetant cu lis sostancis disfatis te aghe, lis parteselis in suspension te aghe, il biofilm e il materiâl des parêts dai tubis (Wable et al. 1991; Zhang et al. 1992; Kiéné et al. 1998; Al-Jasser 2007). I metodis di disinfezion plui doprâts a son a base di clôr e se si dopre come disinfetant il biossiti di clôr, come DBP si puedin produci cloriti e clorati.

Duncje al è impuartant valutâ la variazion spazial e temporâl dal clôr residui, de cloriti (ClO_2^-) e dal clorato (ClO_3^-) tai ITAP. Di fat, la Organizacion Mondial de Sanitât (OMS) e racomande une concentracion di clôr residui libar di $0,2 \text{ mg L}^{-1}$ tai ITAP (OMS 2011); cun di plui, stant che ClO_2^- e ClO_3^- a puedin causâ dams ossidatîfs ai globui ros umans, te aghe di bevi ogni compuest nol varès di superâ il valôr vuide (VV) de OMS di $700 \text{ } \mu\text{g L}^{-1}$ (OMS 2011).

La prevision dal residui di disinfetant e de propagazion dai SPD intun ITAP si pues otignile doprant la modelazion de distribuzion de aghe (MDA), che e permet la simulazion e la valutazion di un ITAP in cundizions operativis diviersis.

In chest studi la distribuzion de aghe e je stade modelade cul software EPANET, disvilupât de Agenzie di Protezion Ambientâl dai Stâts Unîts (USEPA), che al modele il compuartament idraulic e lis variazions de cualitât de aghe dai sistemis di tubaduris pe distribuzion de aghe (Rossman 2000). Stant che a son disponibii pôcs studis su la propagazion di ClO_2 , ClO_2^- , e ClO_3^- tai ITAP midiant MDA (Korn et al. 2002; Sorlini et al. 2016; Boano et al. 2016), si scuén aprofondî lis reazioni cinetichis di ClO_2 , ClO_2^- , e ClO_3^- e la simulazion de lôr propagazion tai ITAP midiant MDA. Chest gnûf lavôr si propon di capî la propagazion di ClO_2 , ClO_2^- e ClO_3^- intun ITAP midiant un software MDA. In particolâr, si studie l'ITAP di Udin, tal nord est de Italie.

2. Biossiti di clôr, cloriti e clorati. La disinfezion cun biossiti di clôr e je doprade soledut pai siei cetancj vantaçs. Al penetre subito il biofilm bateric, e chest lu rint une vore reatîf e eficient, ven a stâi che une basse concentracion e je suficiente pe inativazion dai bateris, al à un spettri di azion une vore larc (al reagjîs di fat cun bateris, virus e alghis), al presente une fuarce di ossidazion e disinfezion stabile intun grant interval

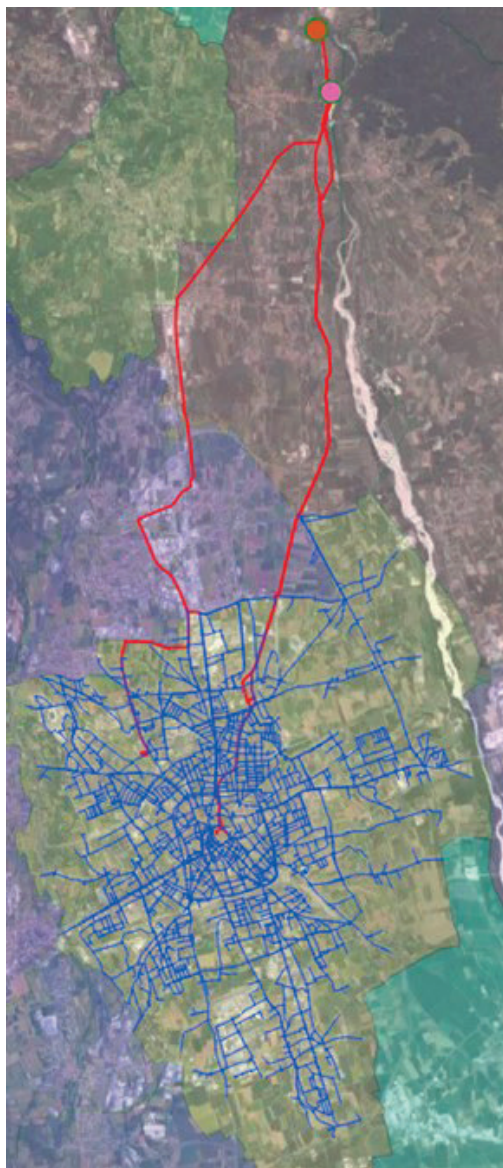


Figure 1. Sisteme di distribuzion idriche di Udin.

di pH, o ben di pH 2,0 a 10,0, e al cause une riduzion de formazion di SPD alogenâts, come trialometans (THM), acits aloacetics (HAA) e aloa-cetonitrîi (HAN). Di chê altre bande, il bioessit di clôr al cree clorît e clorât come sotprodots de disinfezion. Come za viodût, considerâts i pericui pe salût di clorît e clorât (par esempi, anemie emolitiche e dams al fiât), il nivel di chescj anions tes aghis di bevi al è limitât. In particulâr, la Diretive UE 2020 e impon par ogni sotprodot un limit di 700 micrograms par litri.

Par chest al è impuartant disponi di un model che al rivi a previodi lis concentracions dai sotprodots de disinfezion.

3. Sisteme di distribuzion idriche di Udin.

Udin, che si cjate tal nord est de Italie, e à un sisteme di distribuzion idriche che al furnîs plui o mancun 100.000 abitants, al è lunc 416 km e al è disinfetât cun ClO₂.

La rêta e je alimentade soredut cui poçs di Çumpite, a nord de citât (Fig. 1), e di trê poçs in

citât, doprâts tal câs che al coventi. Viodude la alte cualitât de aghe, la disinfezion e je pardabon lizere, di fat l'ent idric al manten une concen-



Figure 2. Spettrifotometri.

trazione costante di biossido di cloro di 0,15 mg/L in cisterne di Çumpite. Impen, cuant che i poços de citât a vegnin ativâts, la lôr disinfezion e ven fate cun ipoclorîto di sodio a una concentrazione di 0,07 mg/L. Il MDA di Udin al è stât modelât tal detai cul software EPANET. Il model, che al à 5793 grops, 6466 tubazions, 5 vascjîs e 6 cistiernis, al è stât calibrât e validât cuntune campagne di misurazions fatis sul puest.

4. Procedure analitiche. Dopo la validazion dal model idraulic, a son stâts fâts esperiments

in batch tratant campions di aghe grese cun ClO₂. 100 ml di aghe grese dai poços Çumpite a son stâts metûts intun cilindri graduât e tratâts cun 5 mg/l di ClO₂. La dose di ClO₂ e je superiôr a chê doprade te disinfezion dal ITAP, parcè che il fin di chest test al jere valutâ il consum di ClO₂ e la formazion di SPD. Ogni cilindri al è stât sierât, scjassât e tignût tal scûr. Lis concentracions di ClO₂ residui, ClO₂⁻ e ClO₃⁻ a son stadis analizadis dopo: 0, 20, 40, 80, 120, 240, 360, 1440, 2880 e 4320 minûts di contat cul disinfetant. I test a son stâts fâts a une temperadure di 17-20°C e a pH 7,7 (i campions di aghe a son stâts tignûts tal frigorifar tal scûr). La soluzion di ClO₂ e je stade produsude in laboratori (misturant acit cloridric e clorîto di sodio).

5. Imprescj doprâts. La misure de concentracion di ClO₂ e je stade fate moltiplicant indiretamentri par 1,9 la concentracion di clôr libar misurade cul spettrifotometri (Fig. 2). La concentracion di clorîts e clorâts e je stade invezit misurade cul cromatograf ionic (IC) (Fig. 3). Pe misure IC i à volût un pôc di timp, parcè che si à vût di identificâ il timp di ritenzion



Figure 3. Cromatograf ionic.

di ogni anion doprant i lôr standard e fâ sù lis retis di calibrazion par cjatâ lis lôr concentracions (Fig. 4). I cromatograms IC pe aghe grese e tratade a son metûts te Figure 5 e si pues viodi, pe aghe grese, la presince di cuatri pontis relativis a cuatri speciis diversis: clorûr, nitrât, sulfît e sulfât. Pe aghe tratade a vegnin fûr dôs gnovis pontis, relativis a clorît e clorât.

6. Risultâts e discussion. Lis concentracions misuradis tai divers intervai di timp a àn permetût di determinâ la cinetiche di reazion pes trê speciis di

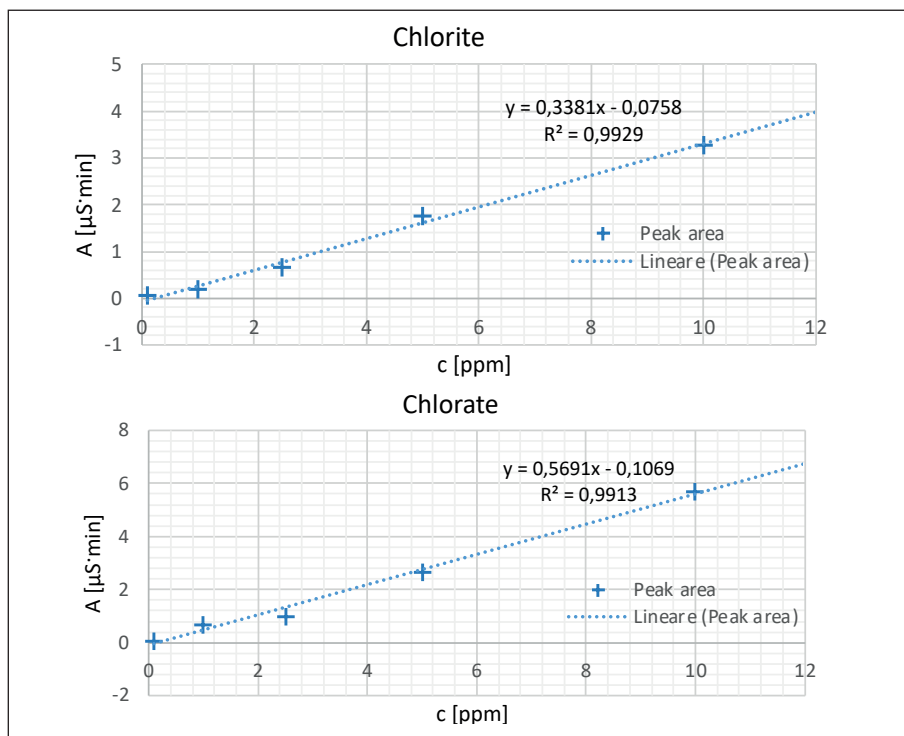


Figure 4. Liniis di calibrazion de clorît e dal clorât.

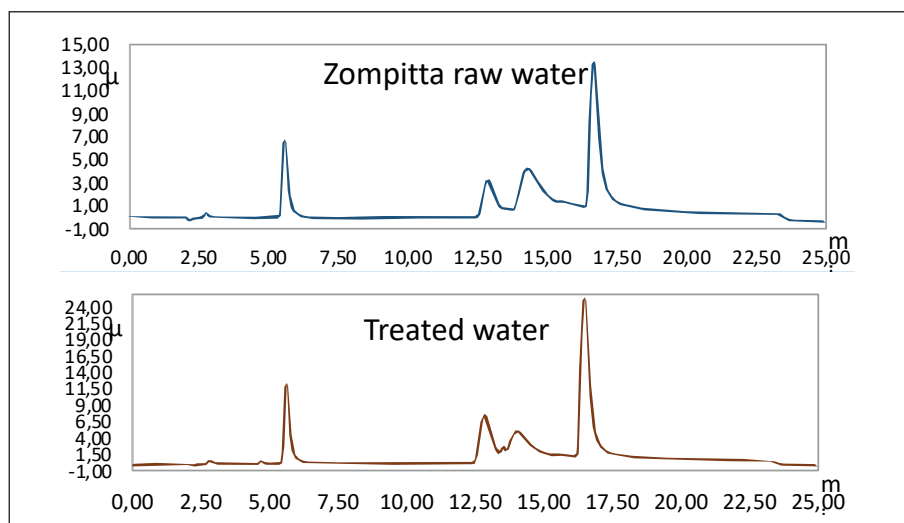


Figure 5. Cromatograms IC pe aghe grese e tratade.

interès. Te Figure 6 a son metûts i trê grafics che a rapresentin in maniere rispetive il decjadiment di ClO_2 e la formazion di ClO_2^- e ClO_3^- . Chestis leçs a son stadis dopradis tal software EPANET-MSX par meti dongje lis reazioni chimichis cu la simulazion idrauliche. L'ûs di EPANET-MSX al à permetût di modelâ tal stes timp la concentrazion des trê speciis doprant sedi la cinetiche di ordin 0 che chê di prin ordin. Par valutâ la cualitât des leçs, la concentrazion des speciis e je stade misurade in 30 ponts de rê. Disevot a son stâts misurâts tai ultins doi agns dal gjestôr de aghe e chei altris a son stâts misurâts tal laboratori universitari. In cheste tabele, i valôrs modelâts e misurâts par ognidune specie a son scrits cul lôr erôr assolût e l'erôr quadratic medi. I valôrs bas di erôr, dongje il limit di rilevazion dal imprest di 50 micrograms /L, a confermin la validitât des leçs; cun di plui si pues viodi che i valôrs massims di ClO_2^- e ClO_3^- misurâts e calcolâts a son trê voltis sot dal limit. La corelazon tra lis concentrazions modeladis e misuradis e je scrite te Figure 7 par dutis dôs lis speciis. Lis diferencis principâls a son pe linearitât de ecuazion doprade e pe lôr dipendence de concentrazion di ClO_2 .

In conclusion, midiant la simulazion idrauliche metude insiemi cun reazioni chimichis fondadis su esperiments in batch, al è stât creât un model cualitatîf de MDA di Udin. Chest model, vint in input la concentrazion iniziâl di ClO_2 , al furnìs in output la concentrazion di ClO_2 , ClO_2^- e ClO_3^- in ogni grop de rê. La piçule difference tra i valôrs reai e c]]hei simulâts e conferme la cualitât de ecuazion, che duncje si pues ipotizâ che e puedi jessi doprade in diviersis cundizions par fâ previssions. Al è impuartant sotlineâ che dute la metodologjie si fonde suntune modelazion idrauliche solide e detaiade, difficile di cjatâ in altris lavôrs, che cence di chê i modei chimics si podaressin aplicâ vonde pôc.

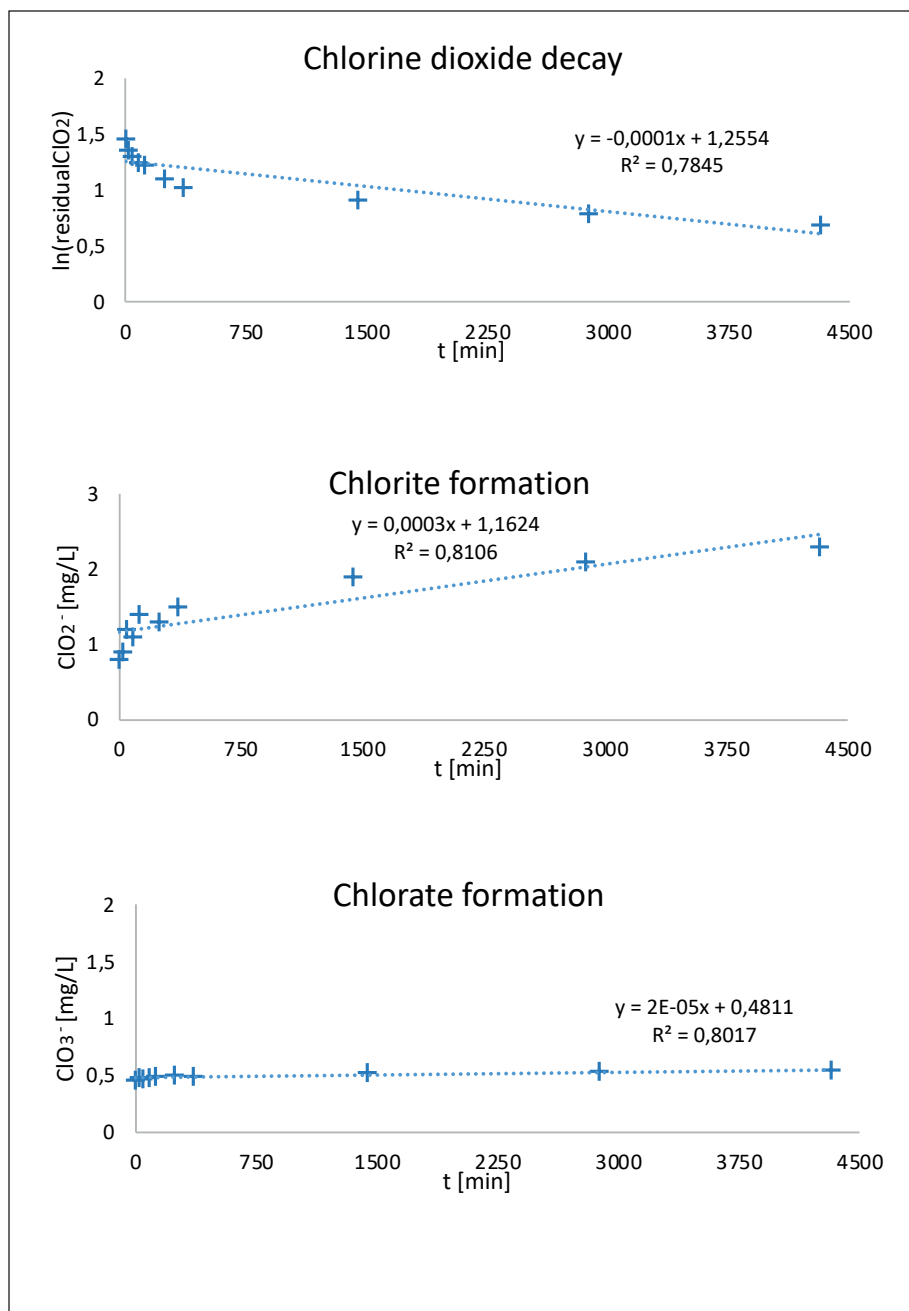


Figure 6. Leç di decjadiment dal biossiti di clôr e leç di formazion di clorîts e clorâts.

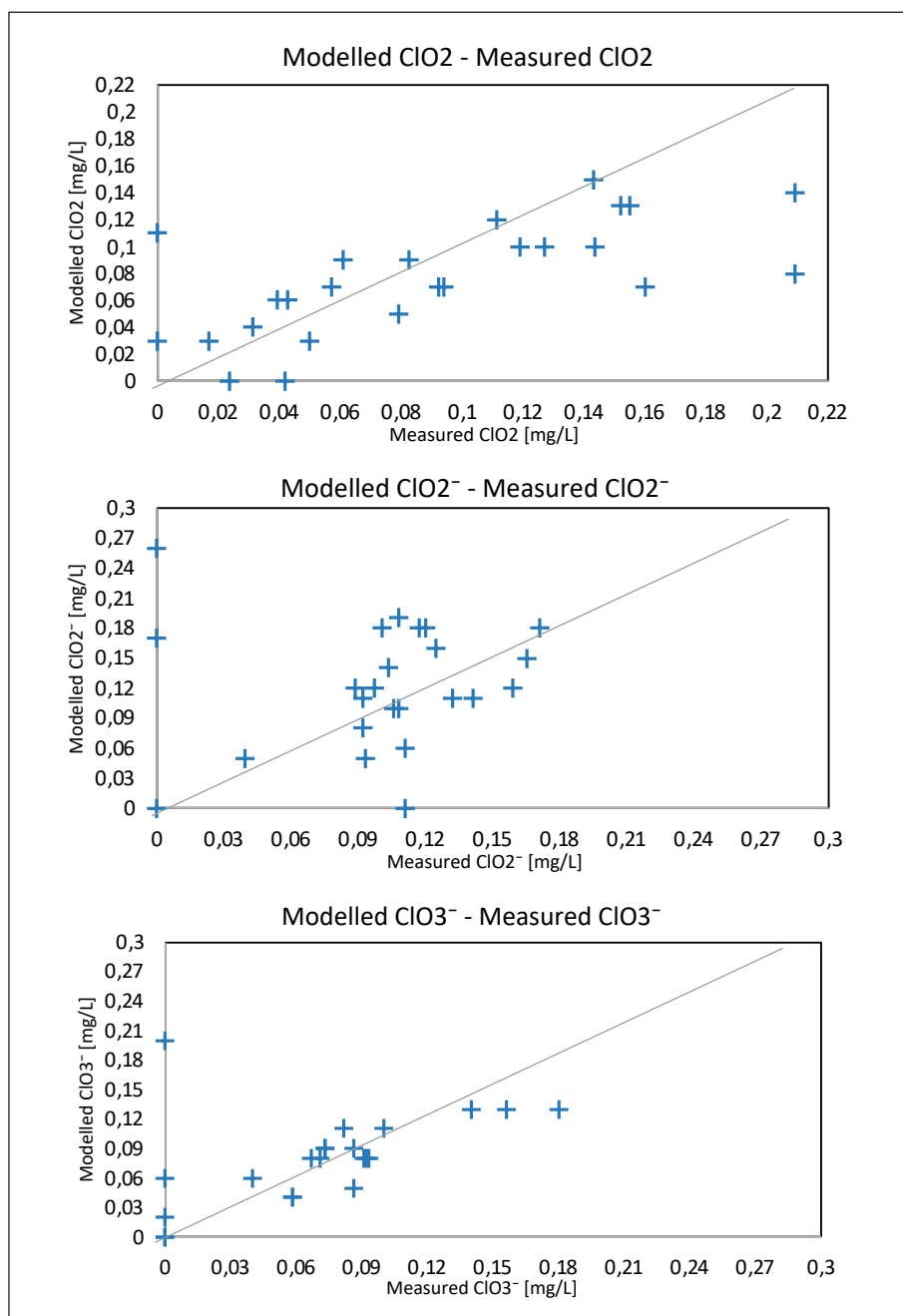


Figure 7. Corelation tra lis concentracions modeladis e misuradis di ClO_2 , ClO_2^- e ClO_3^- .