

Simulazione dinamica con WEST®: sviluppo di un DSS per la gestione integrata delle acque reflue urbane

E. Remigi, PhD Eng
MOSTforWATER (Belgium)



AUTORI DELLA RICERCA

- L. Benedetti, I. Nopens e B. De Baets:
BIOMATH e KERMIT, Ghent University, Belgium.
- C. Turon:
Autorità di bacino del fiume Besòs, Spain.
- P. Prat, M. Poch e J. Comas:
LEQUIA e ICRA, University of Girona, Spain.

SOMMARIO

1. La situazione presente e gli obiettivi.
2. Il caso di studio.
3. Il modello: criteri di valutazione e variabili.
4. I risultati: analisi di sensitività, Pareto *front*, *knowledge base* e DSS.
5. Le conclusioni.

SITUAZIONE ATTUALE

- Area di studio: bacino del fiume Besòs (Spagna)
- Gestione integrata a scala di bacino.
- Obiettivi di controllo diversi (spesso non ben definiti e in contrasto) in funzione della qualità per il corpo ricettore.
- In un IUWS (Integrated Urban Water System), i processi si verificano a scale spaziali e temporali diverse.

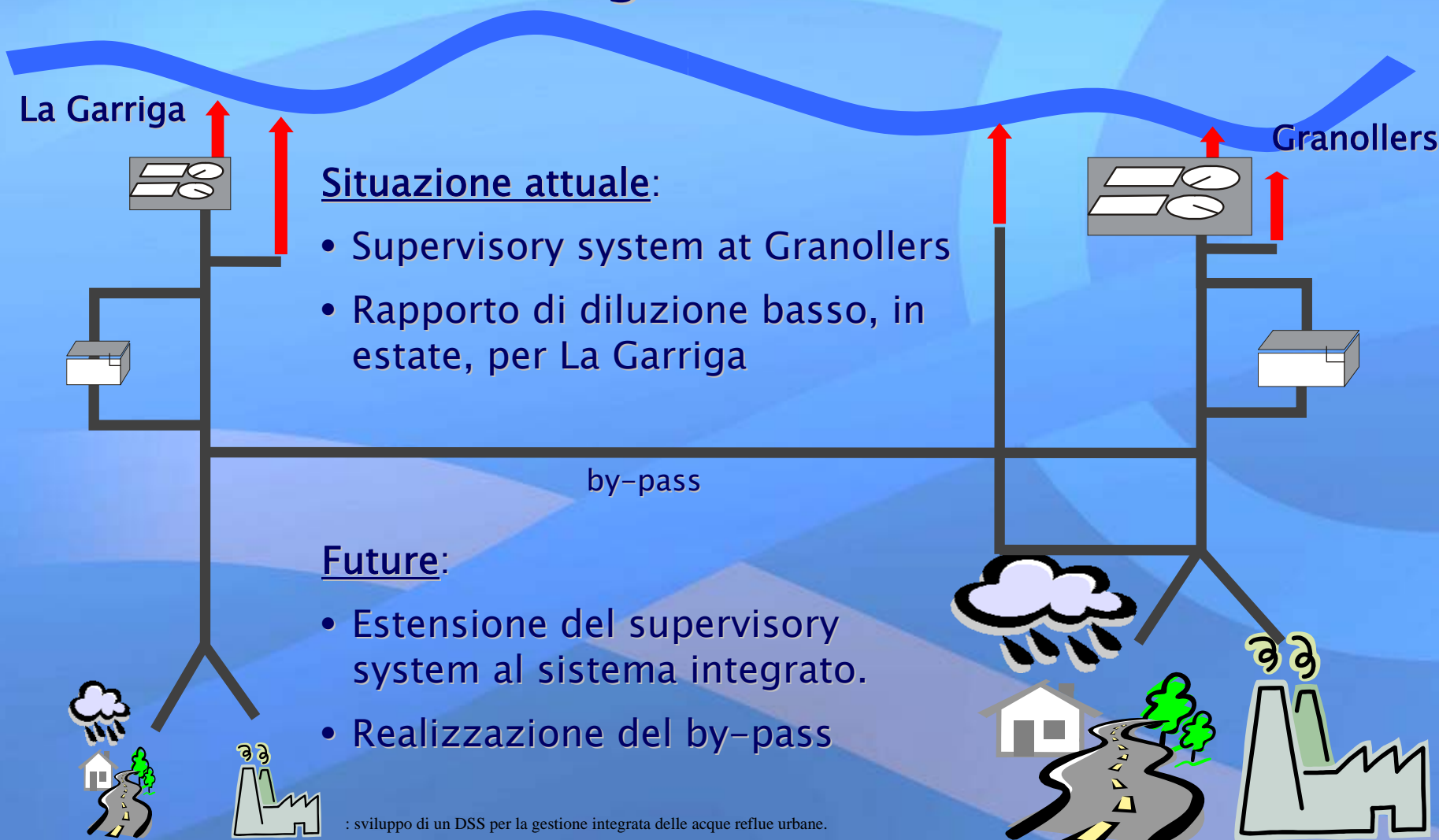
SITUAZIONE ATTUALE

- » Grande mole di informazioni non omogenee proveniente da diverse fonti.
- » Necessari strumenti di valutazione molto complessi.
- » Obiettivo dell'autorità di bacino:
sviluppare strumenti per l'ottimizzazione degli investimenti e dei costi operativi per la gestione integrata del UWS.

OBIETTIVI

- Uso di un modello integrato per individuare *parameter sets* ottimali, per condizioni di tempo secco e di pioggia.
- Analisi di scenario con simulazioni di Monte Carlo.
- Generazione di regole e implementazione nel *knowledge base* di un *supervisory DSS*.
- Confronto (validazione) gestione attuale (*openloop*, nessun controllo sul UWS) vs. *Supervisory DSS*

CASO DI STUDIO: relazione tra gli elementi del sistema



CASO DI STUDIO: lo stato attuale e i modelli

- Due comunità (La Garriga e Granollers):
 - 2 bacini di drenaggio (*draining catchments*)
 - 2 sistemi fognari
 - 2 WWTPs, con sistemi di controllo DO (*cascade*, in progetto) e ricircolo interno (denitro); scarico in due diverse sezioni del fiume
 - 2 storm tanks (in progetto) sul sistema fognario
 - 1 canale per by-pass delle acque reflue di imp. a monte verso imp. a valle (in progetto)

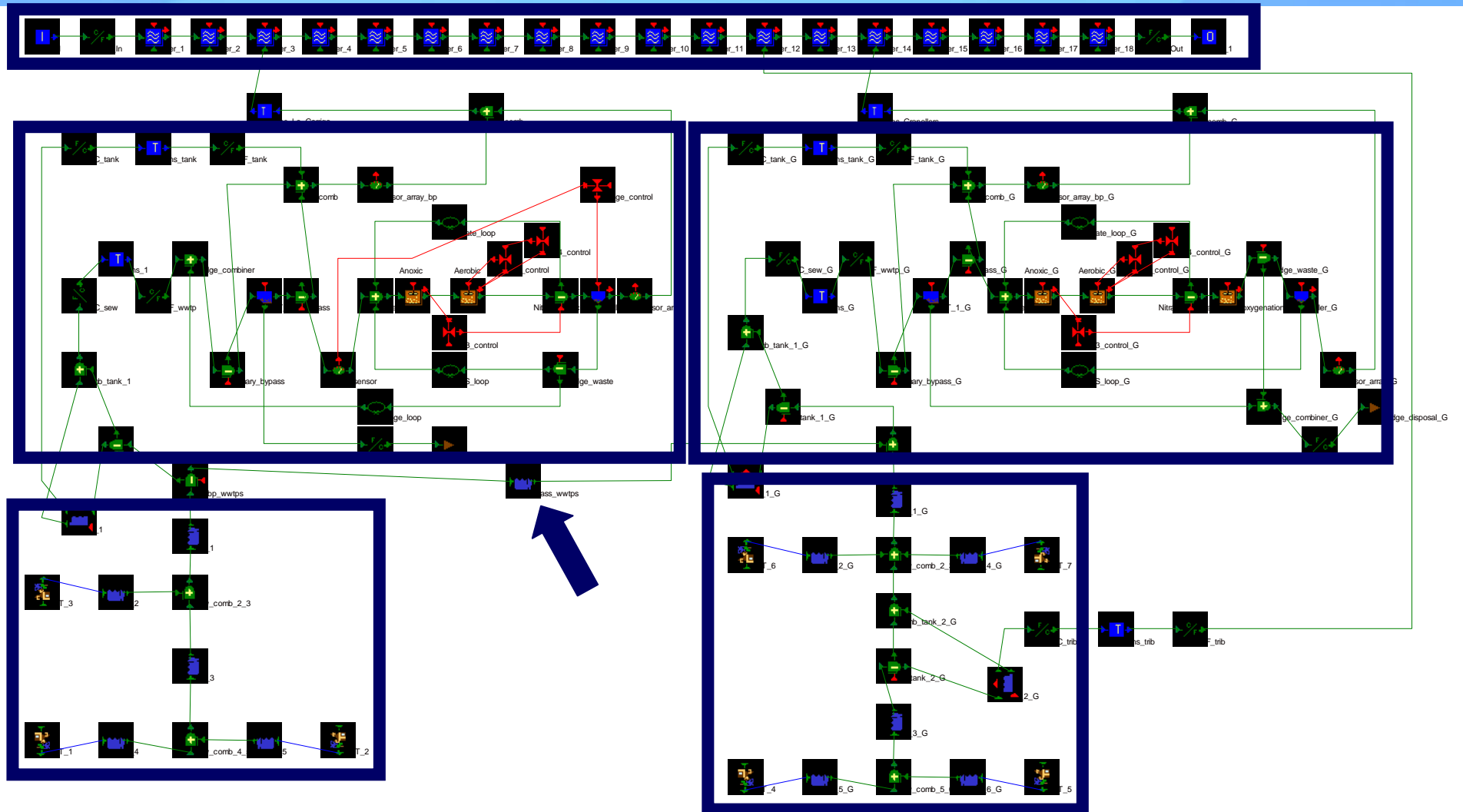
CASO DI STUDIO: lo stato attuale e i modelli

- Modelli pre-esistenti dei 4 componenti, in altri software.
 - » Lunghi tempi di simulazione
 - » *Overhead* per comunicazione tra i software
- Nuovo modello integrato: in WEST®
 - » Modello unico (*single executable model*):
KOSIM + ASM2d + RWQM1
 - » Simulazione molto veloce (7 giorni ~ 12 s)

SOMMARIO

1. La situazione presente e gli obiettivi.
2. Il caso di studio.
3. Il modello: criteri di valutazione e variabili.
4. I risultati: analisi di sensitività, Pareto *front*, *knowledge base* e DSS.
5. Le conclusioni.

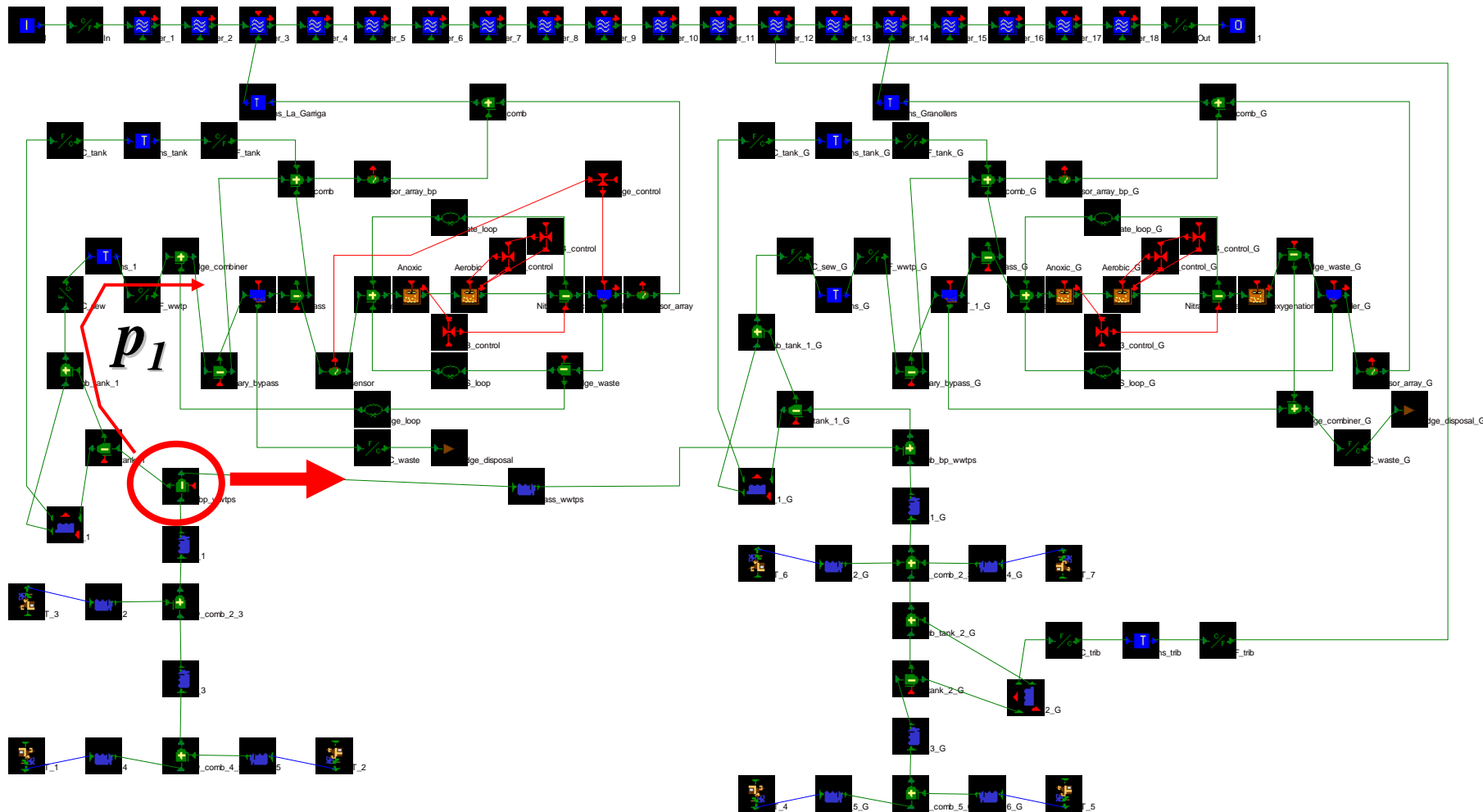
IL MODELLO



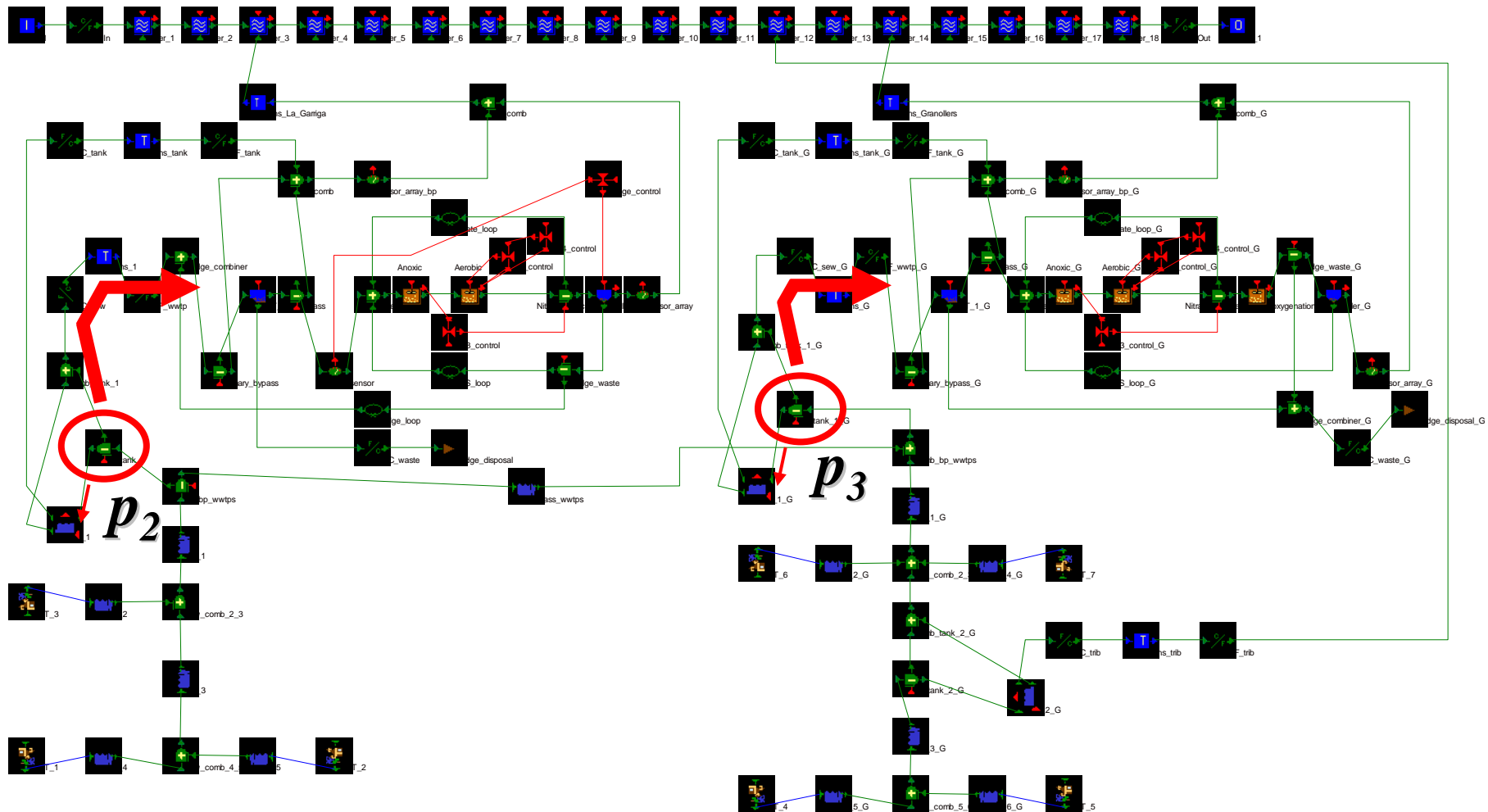
CRITERI DI VALUTAZIONE (per analisi di scenario)

- 10 performance criteria:
 - prestazioni economiche (di WWTP):
 - Aerazione totale, k_{La} 1
 - Pompaggio totale, Q 1
 - prestazioni ambientali (a valle degli scarichi):
 - Concentraz. DO (ave + min) 2+2
 - Concentraz. NH_4 (ave + max) 2+2
- 17 parametri operativi

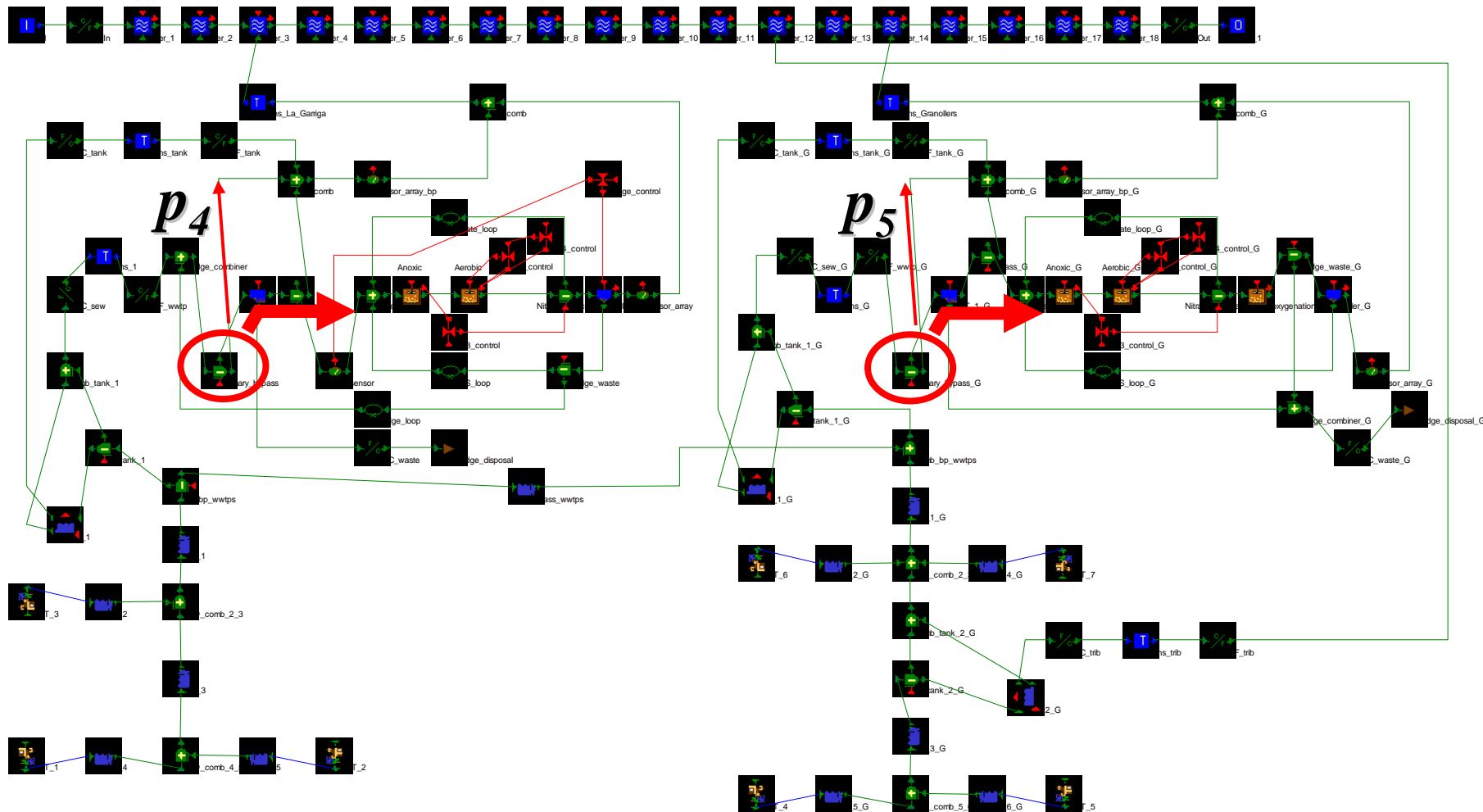
P_1 : portata max inviata a imp. piccolo
 » (equiv. min portata by-pass) eccesso a imp. grande



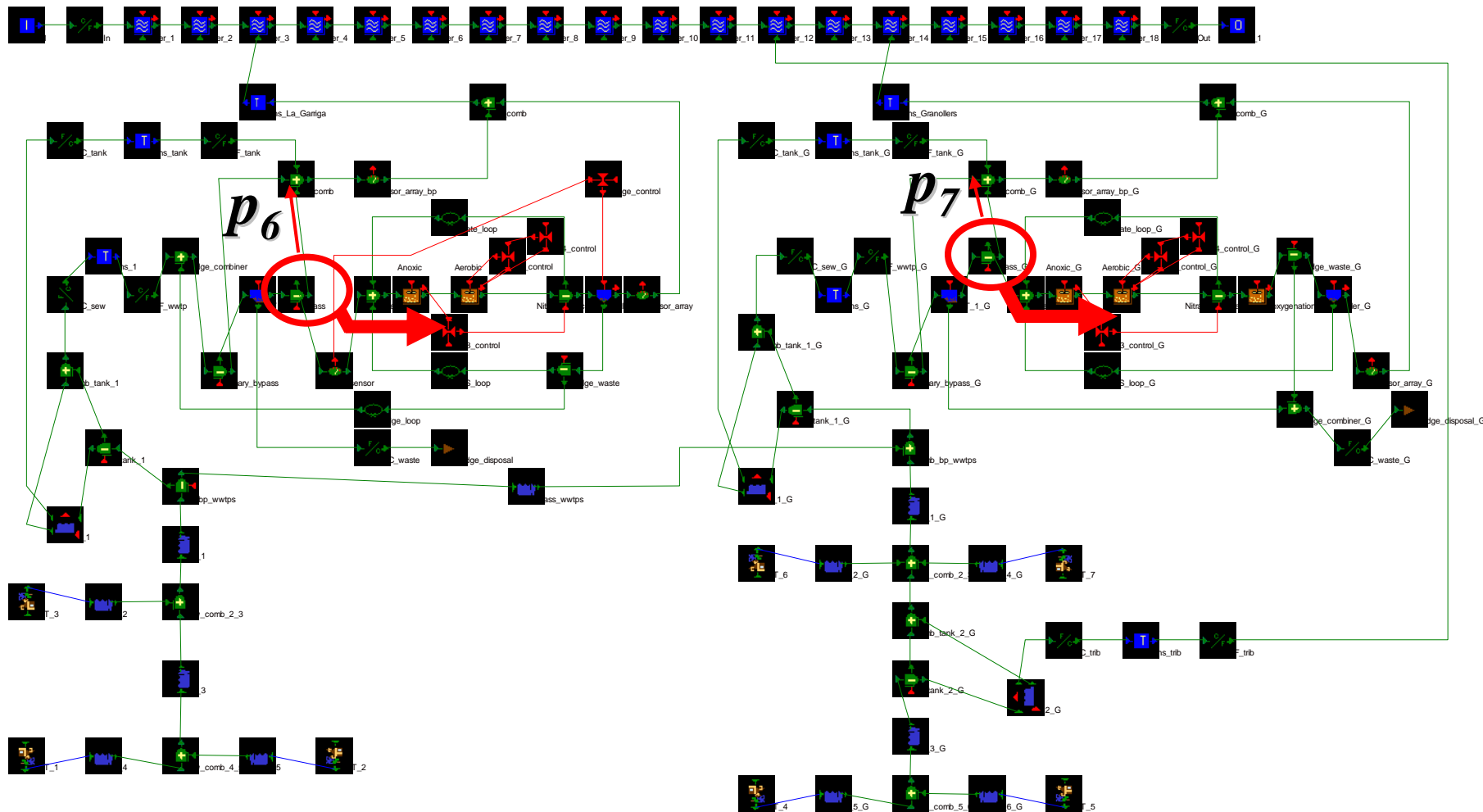
P_2, P_3 : portata max by-pass a storm tank
» equiv. min portata ingresso



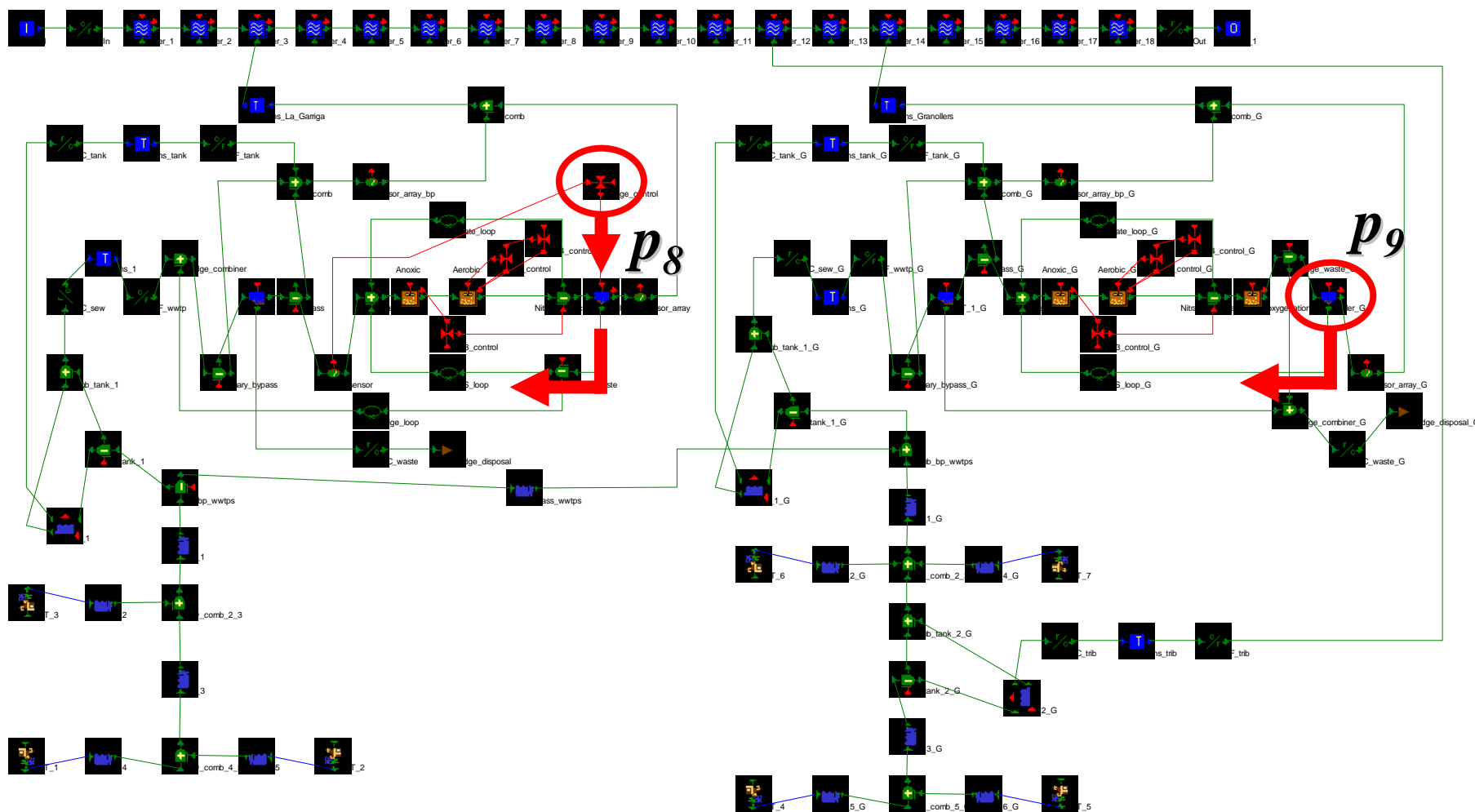
P_4, P_5 : portata max by-pass impianto » equiv. min portata a sedimentaz. primaria



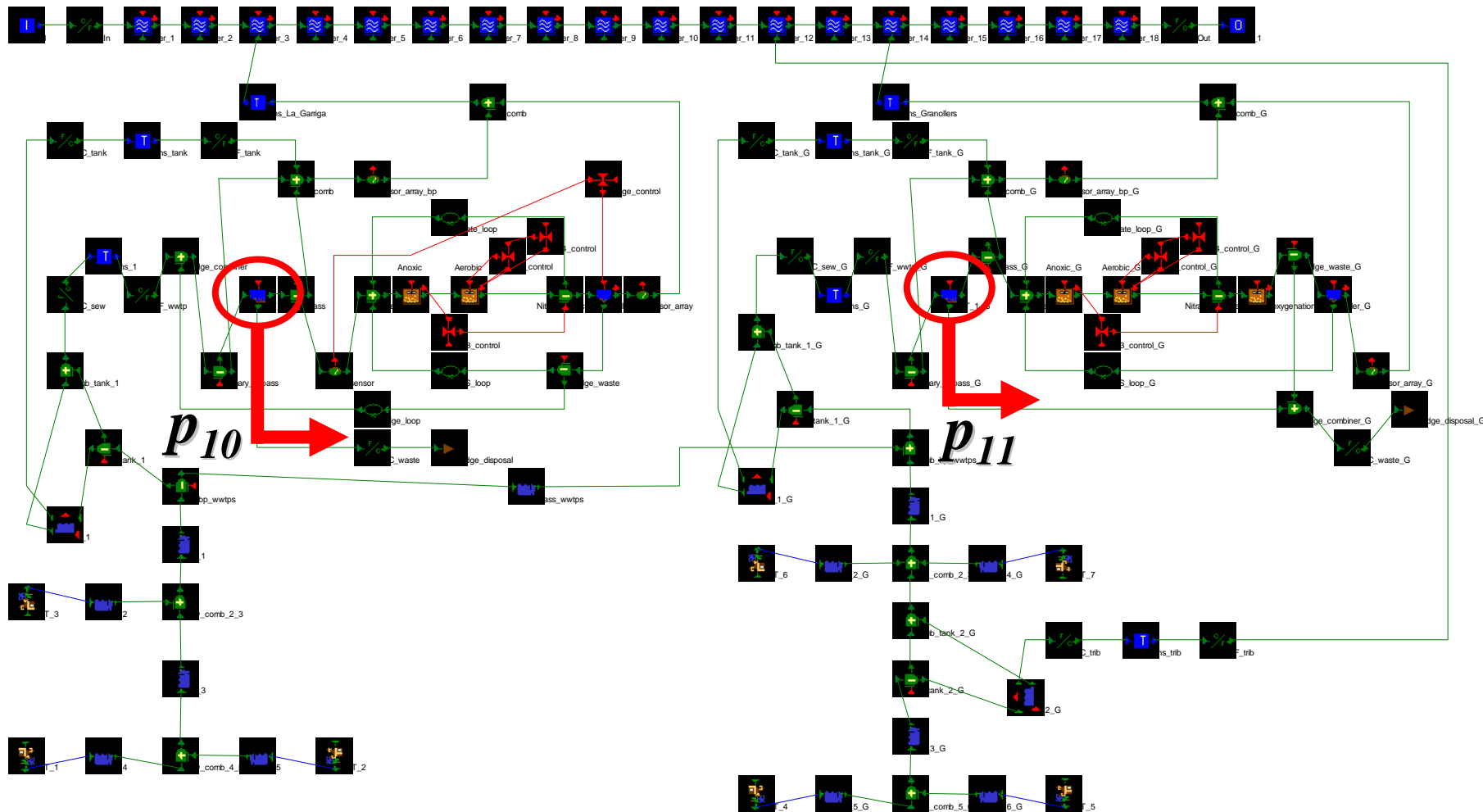
P_6, P_7 : portata max by-pass stadio biologico » equiv. min portata trattata



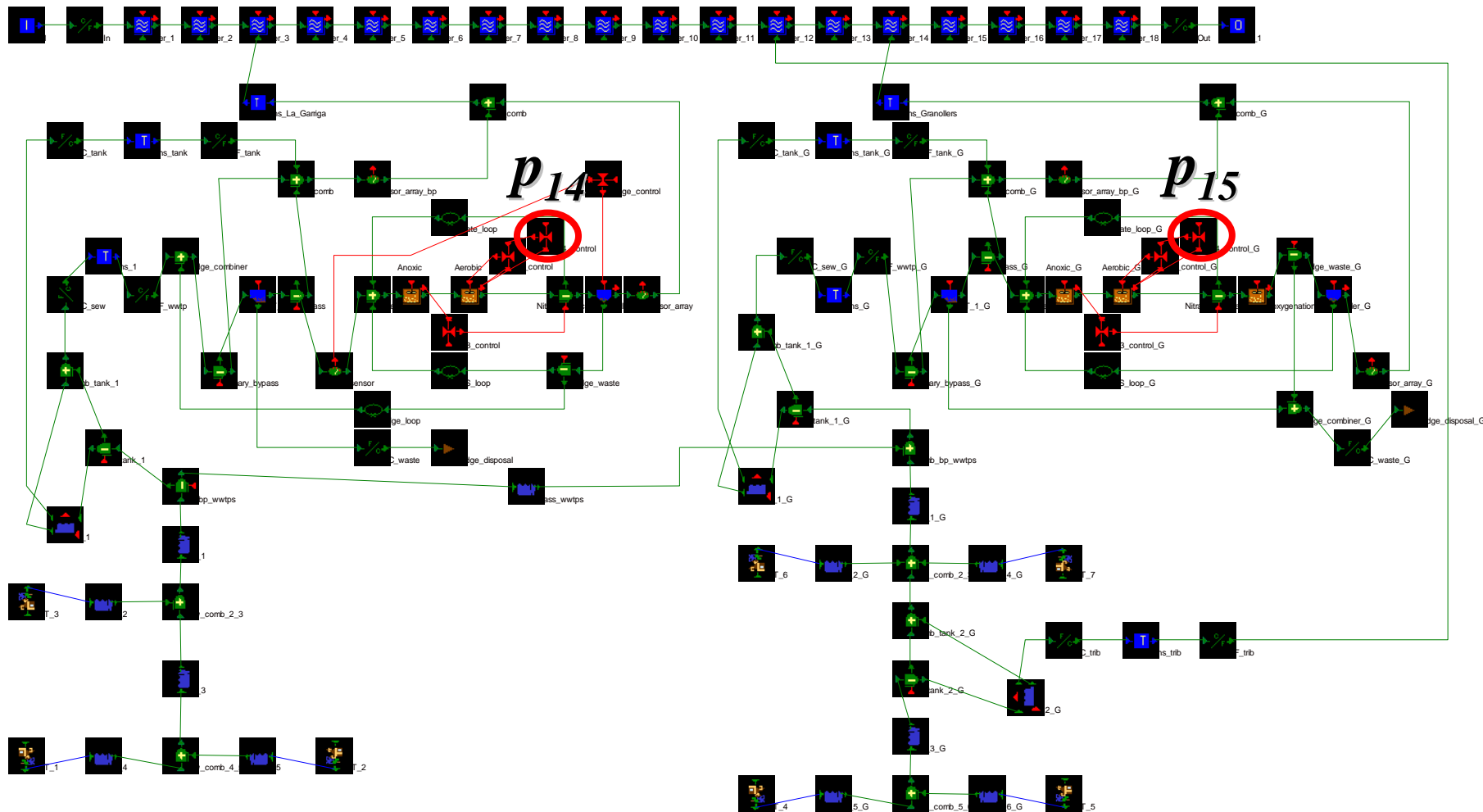
P_8, P_9 : portata di ricircolo fango secondario



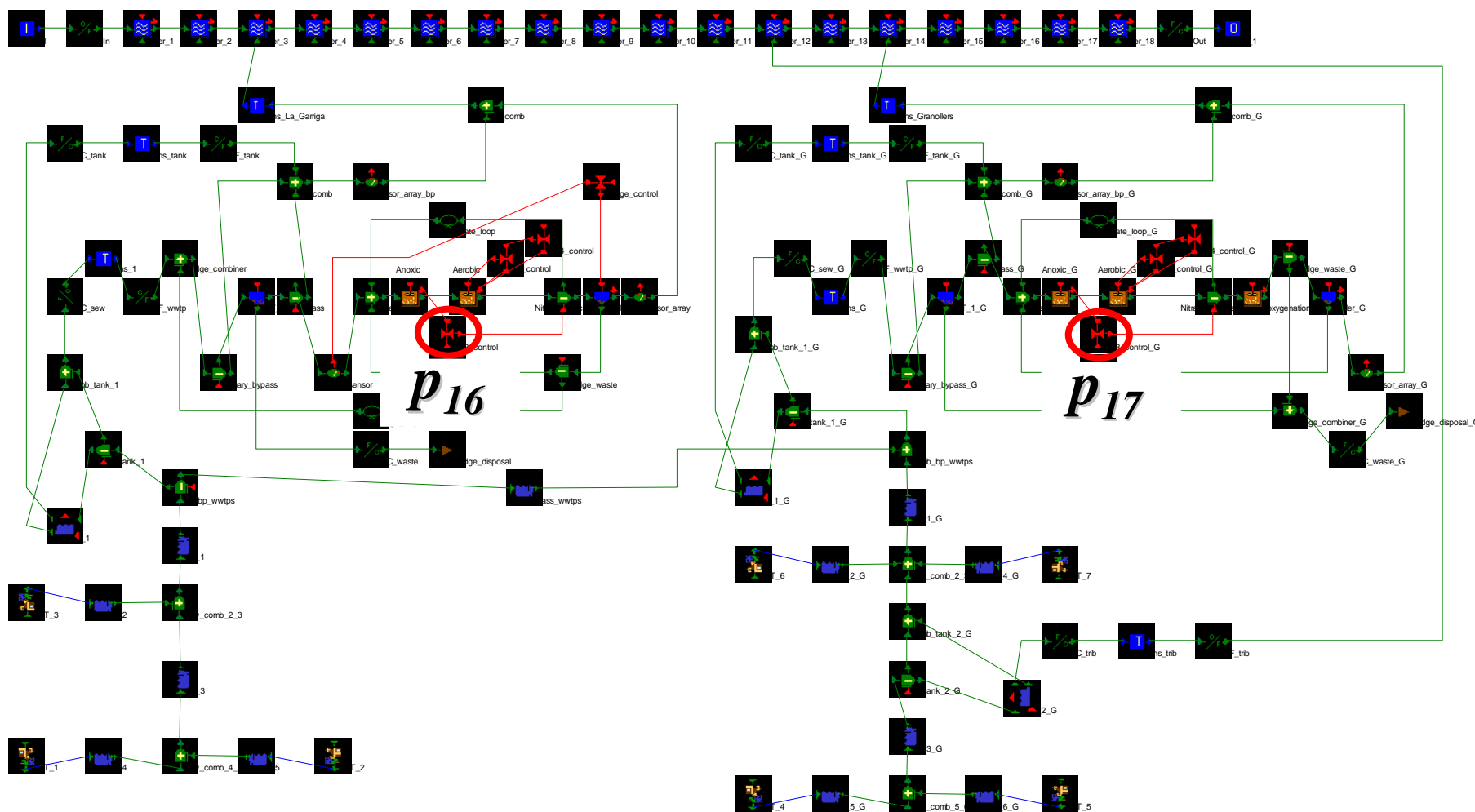
P_{10} , P_{11} : portata fango di supero primario



P_{14} , P_{15} : set-point NH_4 per cascade controller DO (progetto)



P_{16} , P_{17} : set-point NO_3 per ricircolo interno

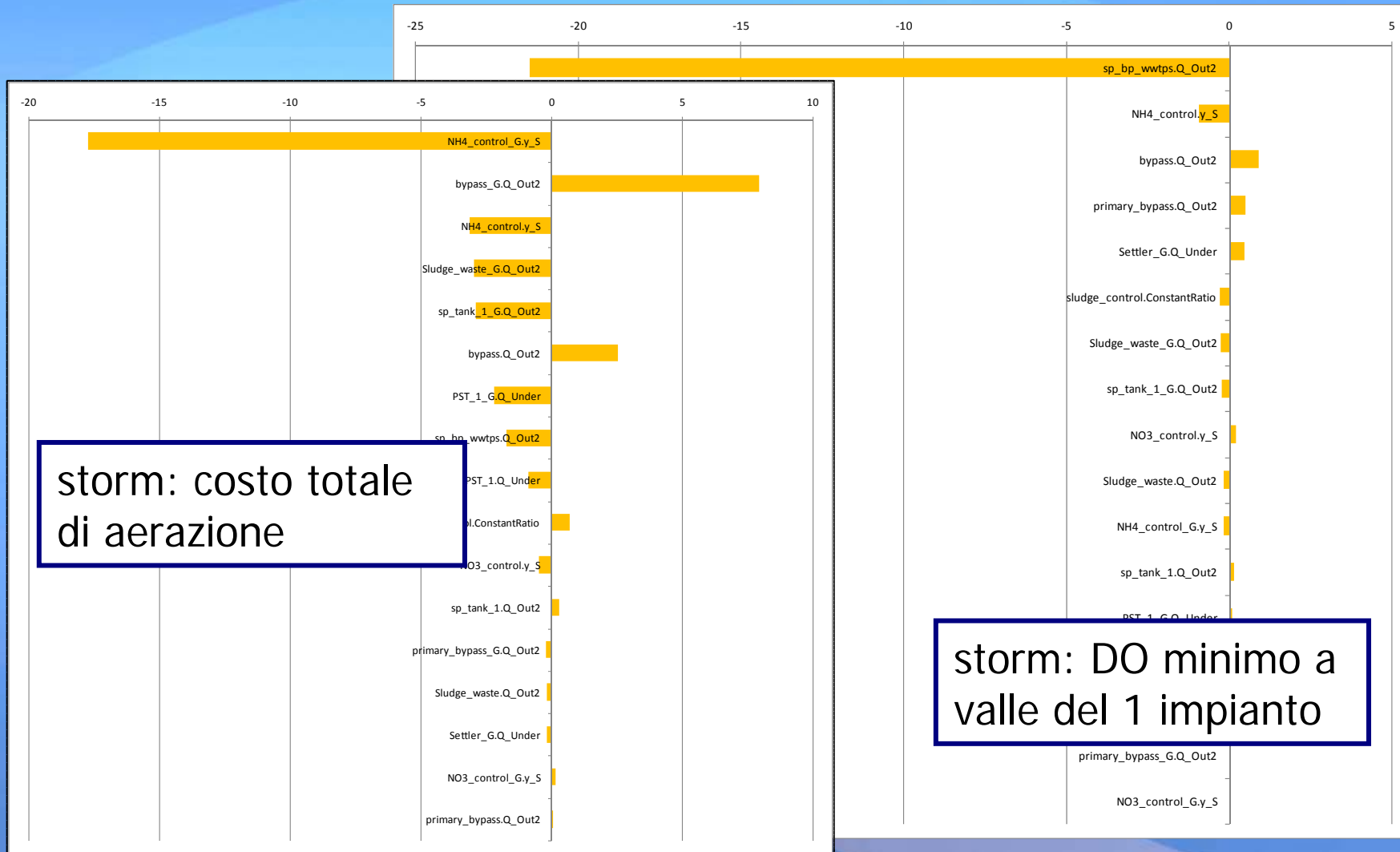


SOMMARIO

1. La situazione presente e gli obiettivi.
2. Il caso di studio.
3. Il modello: criteri di valutazione e variabili.
4. I risultati: analisi di sensitività, Pareto *front*, *knowledge base* e DSS.
5. Le conclusioni.

ANALISI DI SENSITIVITÀ: metodologia

- *Global sensitivity analysis* (simulazioni Monte Carlo)
- 2 scenari: *storm* vs. tempo secco
 - » Esclusione parametri non significativi per tutti i 10 criteri e per i 2 scenari
 - » I parametri da ottimizzare si riducono a 11



storm: costo totale di aerazione

storm: DO minimo a valle del 1 impianto

ANALISI DI SCENARIO: risultati

- 1000 simulazioni Monte Carlo, con variazione di 11 parametri per individuare un *Pareto front* per 10 criteri
- “restringere il fuoco”:
parametri che comportano un risultato peggiore della mediana degli altri parametri, in almeno 1 criterio
 - Tempo secco : 4 parametri
 - *Storm* : 6 parametri

ANALISI DI SCENARIO: risultati

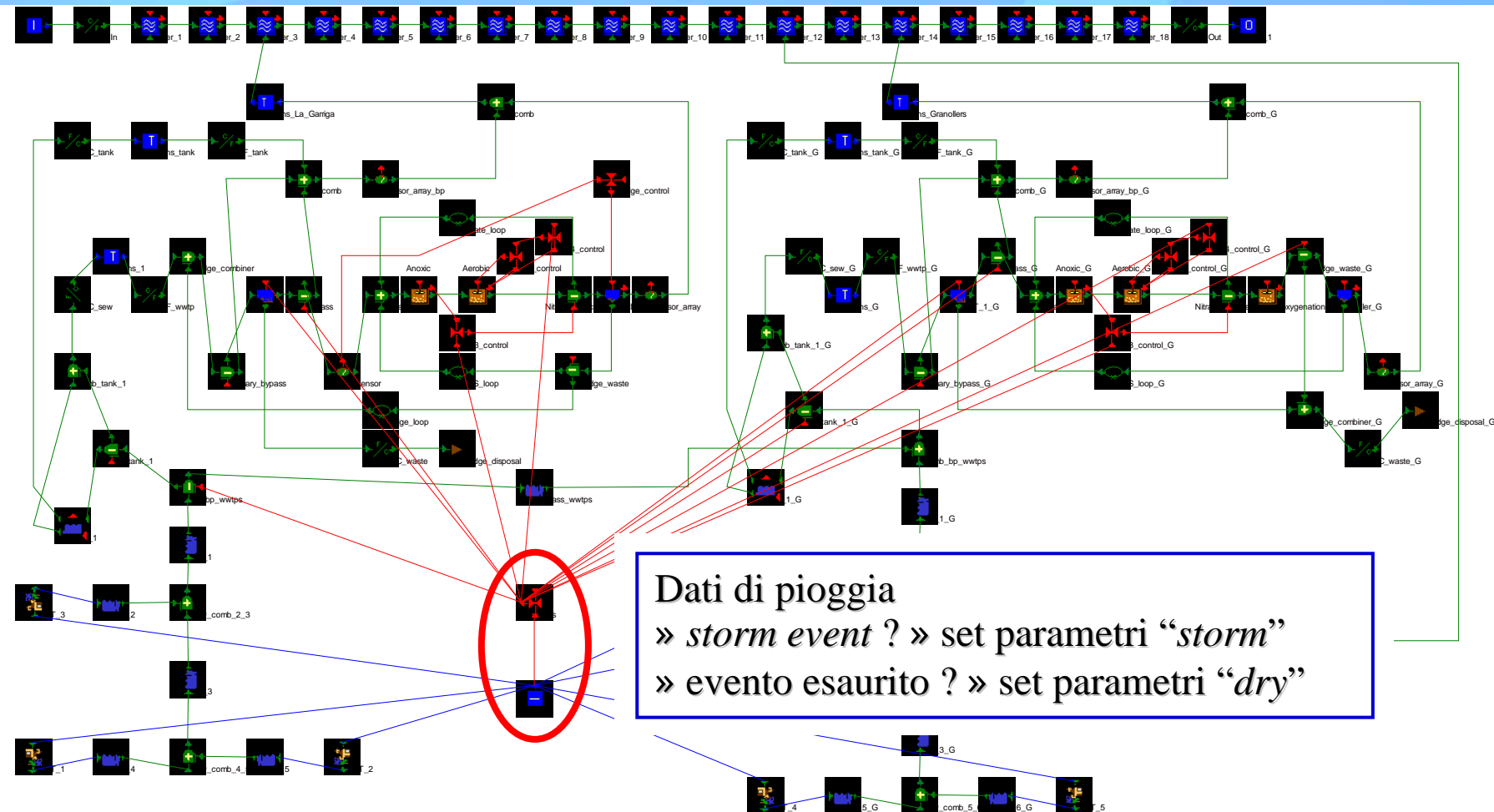
indsim	rec	kla	NH4_3_av	NH4_3_max	NH4_14_av	NH4_14_max	DO_3_av	DO_3_min	DO_14_av	DO_14_min
212	13619	139	0.61	0.70	0.89	1.82	7.48	5.89	7.12	5.52
483	14780	135	0.74	0.96	0.97	2.06	7.46	5.81	7.14	5.45
699	3570	140	0.60	0.68	0.97	2.19	7.51	5.94	7.09	5.44
852	14107	137	0.65	0.77	0.94	2.01	7.47	5.86	7.10	5.42
0	18796	148	0.69	0.85	0.81	1.22	7.46	5.83	6.97	5.38

Tempo secco

indsim	rec	kla	NH4_3_av	NH4_3_max	NH4_14_av	NH4_14_max	DO_3_av	DO_3_min	DO_14_av	DO_14_min
104	10139	143	0.58	1.51	1.38	3.47	7.50	6.02	6.64	4.17
132	5012	143	0.63	2.76	1.13	3.25	7.43	5.99	6.66	4.72
587	6027	139	0.67	3.55	0.99	4.46	7.41	5.03	6.76	4.75
630	10302	139	0.75	1.74	1.23	4.12	7.41	5.82	6.75	4.20
699	3570	142	0.68	3.50	1.11	2.55	7.41	5.04	6.65	4.86
963	10093	134	0.72	3.48	1.25	3.93	7.40	5.80	6.75	4.20
0	19029	142	0.80	4.26	1.02	4.39	7.33	3.48	6.58	4.25

Storm

COSTRUZIONE DEL KNOWLEDGE BASE: DSS basato su IF-THEN-ELSE



COSTRUZIONE DEL KNOWLEDGE BASE: validazione

- **Confronto:**
tra sist.attuale (*openloop*) vs. sist.con DSS
- 1 settimana di dati (indipendenti da i due dataset utilizzati per analisi di scenario), incl. tempo secco, pioggia e *storm*

PUMP	AER	AVNH_L	MANH_L	AVNH_G	MANH_G	AVDO_L	MIDO_L	AVDO_G	MIDO_G
8095	182	0.81	4.26	1.03	4.42	6.79	3.49	6.52	4.53
6280	170	0.85	2.64	1.20	2.94	6.77	5.01	6.67	4.74

COSTRUZIONE DEL KNOWLEDGE BASE: validazione

- Risultati della simulazione verranno utilizzati nel knowledge acquisition step di un DSS per la gestione integrata day-to-day e online del bacino del Besòs.

CONCLUSIONI

- **Gli obiettivi vengono imposti direttam. sul corpo recettore**
- **Modello integrato in un singolo software garantisce maggiori prestazioni:**
 - **Simulazioni per lunghi periodi**
 - **Analisi di sensitività (priority setting)**
 - **Ottimizzazione**
- **Obiettivo ottimo globale (in termini economici e ambientali) per l'intero sistema; non ottimi locali per i sotto-sistemi**

CONCLUSIONI

- Possibilità di esaminare qualsiasi strategia (e.g. by-pass) da attuare in condizioni critiche come *storm event*, scarsità idrica, scarichi industriali, effetti di modifiche climatiche, etc.
- Possibilità di generare regole per il *supervisory DSS* del sistema integrato IUWS

<http://www.mostforwater.com>



3 Sint Sebastiaanlaan
8500 Kortrijk, BELGIUM