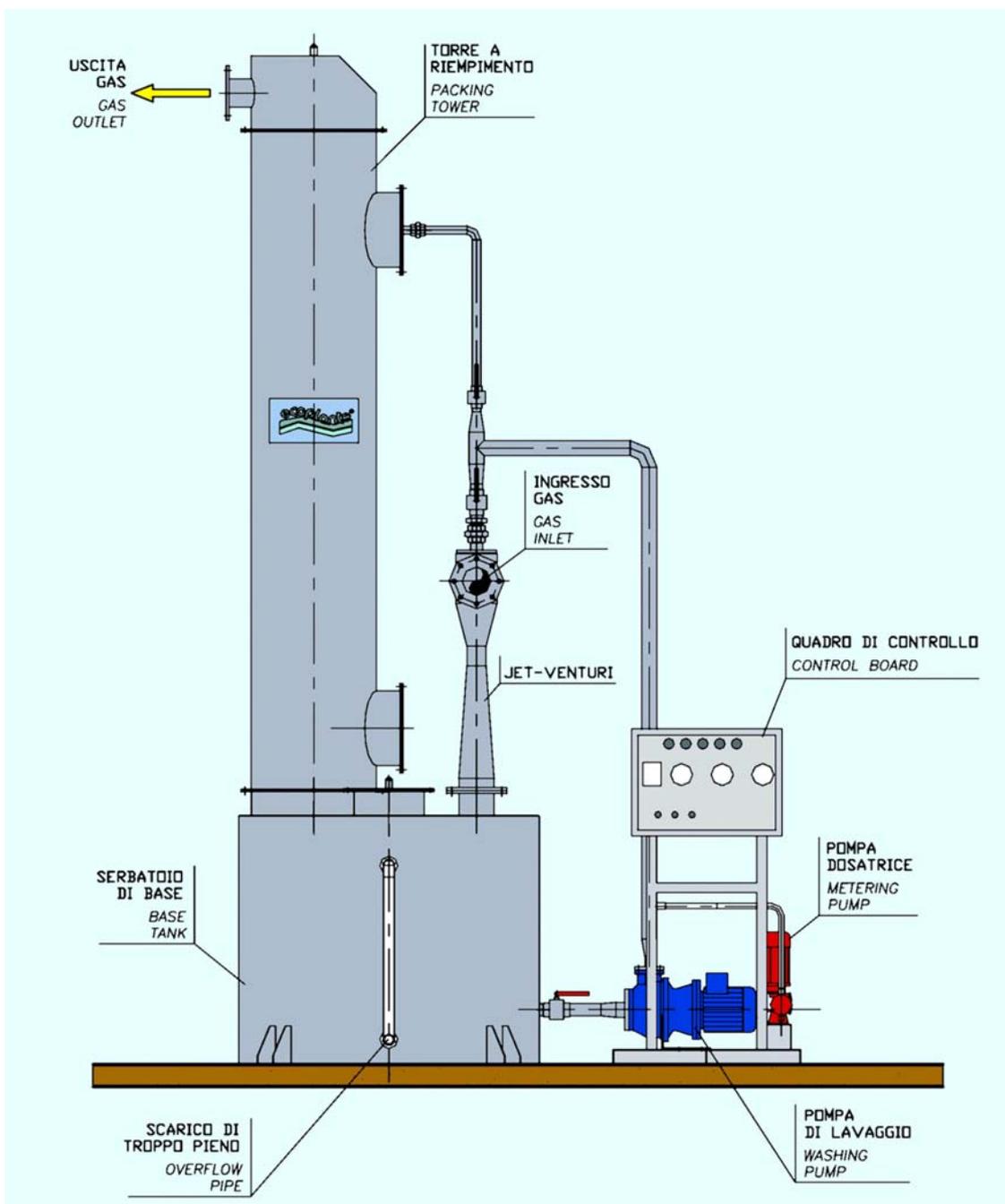


## SPECIFICATION DATA

### DEPURATORE PER BIOGAS tipo DU *BIOGAS PURIFIER DU Type*



### APPLICAZIONI

Il biogas è prodotto dalla digestione anaerobica dei solidi organici ed è una miscela di vari tipi di gas, alcuni dei quali incombustibili o con proprietà ossidanti, per cui è consigliabile la loro eliminazione. Accenniamo qui ai due principali gas che si possono eliminare senza troppe difficoltà, migliorando sensibilmente la qualità del combustibile.

#### ANIDRIDE CARBONICA

Questo gas non impedisce la combustione del biogas, ma può essere opportuno eliminarlo soprattutto per diminuire i volumi di stoccaggio.

Il metodo più semplice è quello del lavaggio con sola acqua, essendo l'anidride carbonica molto solubile in essa (0,8 dm<sup>3</sup>/l a 20°C).

Migliori rendimenti si ottengono lavando con soluzioni di NaOH grazie al fatto che la CO<sub>2</sub> viene trasformata in carbonato di sodio secondo la seguente reazione:



#### IDROGENO SOLFORATO

Il biogas contiene piccole quantità di idrogeno solforato (H<sub>2</sub>S) che deve essere rimosso prima della sua utilizzazione per la produzione di calore nelle caldaie o energia meccanica nei motori a gas. Sebbene la quantità di H<sub>2</sub>S nel biogas sia relativamente piccola, questa è comunque sufficiente per corrodere i metalli, danneggiare le apparecchiature e creare problemi di manutenzione e di funzionamento. In aggiunta ai problemi di corrosione, l'H<sub>2</sub>S è anche un inquinante tossico dell'aria che può creare un forte fastidio d'odore anche a piccole concentrazioni.

Il biogas contiene concentrazioni di H<sub>2</sub>S da 150 a 3000 ppm o anche più, in funzione della composizione dell'acqua di scarico affluente. L'odore d'idrogeno solforato diventa sgradevole a 3-5 ppm. Una concentrazione atmosferica di 300 ppm può essere letale. Anche piccole quantità di idrogeno solforato possono provocare la corrosione delle tubazioni e dei motori a gas, e l'incollaggio degli anelli di tenuta dei pistoni. La maggior parte dei costruttori di motori richiedono una concentrazione di H<sub>2</sub>S inferiore ai 90 ppm. Quando il gas è bruciato, l'H<sub>2</sub>S può produrre delle emissioni di biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>).

Il metodo più semplice per eliminare l'H<sub>2</sub>S è ancora il lavaggio con sola acqua, visto che questo gas è ancora più solubile in acqua dell'anidride carbonica (2,6 dm<sup>3</sup>/l a 20°C).

Impiegando soluzioni di NaOH si può spingere la depurazione utilizzando il carbonato di sodio, prodotto dalla reazione con la anidride carbonica, per completare la seguente reazione:



### APPLICATIONS

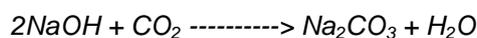
*The biogas is produced by the anaerobic digestion of organic solids and it is a mixing of different gas types, which of them incombustible or with oxidative properties, so that it is advisable their elimination. Here below, the two gases which can be eliminated without too difficulties, greatly improving the fuel quality.*

#### CARBON DIOXIDE

*This gas not obstruct the biogas burning, but it can be advisable to eliminates it mainly to reduce the storage volumes.*

*The more simple system is the washing with the only water, since the carbon dioxide is very water-soluble (0,8 dm<sup>3</sup>/l a 20°C).*

*Better efficiency can be obtained washing with NaOH solutions because the CO<sub>2</sub> reacts and produces sodium carbonate with the following reaction:*



## SPECIFICATION DATA

### HYDROGEN SULFIDE

The biogas contains small amounts of hydrogen sulfide ( $H_2S$ ), which must be removed before its utilization for the production of heat in boilers or power in gas engines. Although the total quantity of  $H_2S$  in biogas is relatively small, it is often sufficient to corrode metals, damage equipment and create maintenance and operational problems. In addition to corrosion problems,  $H_2S$  is also air toxic pollutant which can create a severe odor nuisance even in small concentrations.

The biogas contains  $H_2S$  in concentrations from 150 to 3000 ppm or more, depending on the influent wastewater composition. The hydrogen sulfide odor becomes offensive from 3 to 5 ppm. An atmospheric concentrations of 300 ppm can be lethal. Even small amounts of hydrogen sulfide can cause piping and gas engine corrosion, and clogging piston rings. Many engine manufacturers require the  $H_2S$  content to be lower than 90 ppm.

When biogas is burned, the  $H_2S$  can generate sulfur dioxide ( $SO_2$ ) emissions.

The more simple system to eliminate the  $H_2S$  is still the washing with the only water, since this gas is more soluble in water than the carbon dioxide ( $2,6 \text{ dm}^3/\text{l}$  a  $20^\circ\text{C}$ ).

Employing NaOH solutions the gas treatment efficiency can be improved using the sodium carbonate, produced by the reaction with the carbon dioxide, to complete the following reaction:



#### **Caratteristiche Fisiche, Chimiche e di Sicurezza dell'Idrogeno Solforato** **Physical, Chemical and Safety Characteristics of Hydrogen Sulfide**

Peso Molecolare - <i>Molecular Weight</i>	34.08
Gravità Specifica (relativa all'aria) - <i>Specific Gravity (relative to air)</i>	1.192
Temperatura di Autoaccensione - <i>Auto Ignition Temperature</i>	$250^\circ \text{C}$
Intervallo di Esplosività in Aria - <i>Explosive Range in Air</i>	4.5 to 45.5 %
Soglia d'Odore - <i>Odor Threshold</i>	0.47 ppb
8-ore tempo medio (TWA) (OSHA) <i>8-hour time weighted average (TWA) (OSHA)</i>	10 ppm
15-minuti limite di esposizione a scadenza breve (STEL) (OSHA) <i>15-minute short term exposure limit (STEL) (OSHA)</i>	15 ppm
Immediatamente Pericoloso per la Salute (IDLH) (OSHA) <i>Immediately Dangerous to Life of Health (IDLH) (OSHA)</i>	300 ppm

Source: OSHA (2002), Occupational Safety and Health Administration, [www.OSHA.gov](http://www.OSHA.gov)



Pannello di controllo / Control Panel



Pompa di lavaggio / Washing pump

### CARATTERISTICHE GENERALI

L'impianto di depurazione del biogas **DU** rende possibile un intimo contatto tra il biogas ed il liquido di lavaggio al fine di ottenere un numero di reazioni fisiche e chimiche, usando un impianto estremamente semplice e pienamente ottimizzato.

L'impianto è costituito da 3 reattori in serie preassemblati su un serbatoio di base contenente il liquido di lavaggio.

Il primo reattore è un Jet Venturi che crea la miscela tra le due fasi usando la velocità di un getto liquido per far scendere il biogas. Il rapporto tra liquido e biogas è alto tanto da permettere l'adsorbimento delle piccole quantità di  $H_2S$ .

Il liquido di lavaggio, ricircolato da un'ideale elettropompa, viene immesso ad alta velocità nella gola del Jet Venturi dove si realizza l'intimo contatto tra le due fasi.

Il liquido trasferisce al gas parte della propria energia cinetica che nel cono diffusore si trasforma in energia di pressione. Mentre il liquido si deposita nel serbatoio di base, il biogas prosegue la sua corsa.

Poiché il tempo di contatto in un jet venturi è limitato ed alcune reazioni necessitano invece di tempi più lunghi, si è adottato, come secondo reattore, una torre con materiale di riempimento per aumentare il tempo di contatto tra il liquido che scende ed il biogas che risale.

Il letto di contatto viene irrorato dal fluido di lavaggio ricircolato in sommità al fine di realizzare un elevato rapporto istantaneo massa liquido/massa gas.

La bassa velocità di attraversamento del gas permette elevati tempi di contatto e riduzione delle perdite di carico.

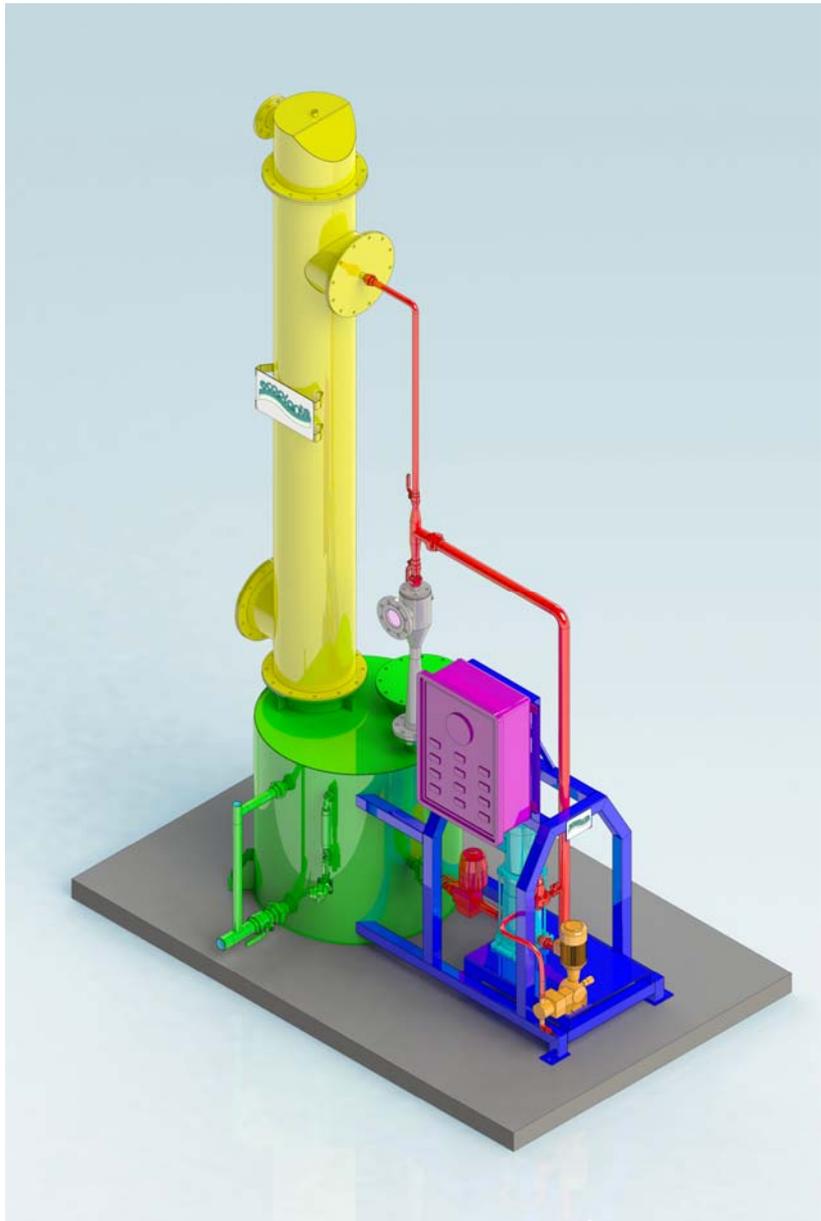
Il trasferimento di massa costante lungo tutto il riempimento riduce al massimo la possibilità di strappaggio dei contenuti gassosi già assorbiti.

Prima di uscire dal depuratore **DU** il biogas attraversa il terzo reattore, un demister, per prevenire la perdita di liquido.

La perdita di carico che il biogas subisce durante il passaggio nel depuratore **DU** è pressoché nulla grazie all'energia di pressione generata nel Jet Venturi.

Il funzionamento del depuratore è "in continuo" con costante rinnovo e sfioro del liquido di lavaggio.

A tale riguardo è previsto un attacco alla linea acqua servizi, completo di elettrovalvola e flussimetro, e una pompa dosatrice a portata regolabile per la soluzione alcalina.



## SPECIFICATION DATA

<b><u>Tecnologie di Utilizzazione del Biogas e Processi di Trattamento Richiesti</u></b> <b><u>Biogas Utilization Technologies and Gas Processing Requirements</u></b>	
<b><u>Tecnologia</u></b>	<b><u>Processi di Trattamento Raccomandati</u></b>
<b><u>Technology</u></b>	<b><u>Recommended Gas Processing Requirements</u></b>
Riscaldamento (Caldaie) <i>Heating (Boilers)</i>	$H_2S < 1000$ ppm, pressione 0.8-2.5 kPa, rimuovere la condensa (fornello da cucina: $H_2S < 10$ ppm) <i><math>H_2S &lt; 1000</math> ppm, 0.8-2.5 kPa pressure, remove condensate (kitchen stoves: <math>H_2S &lt; 10</math> ppm)</i>
Motori a Combustione Interna <i>Internal Combustion Engines</i>	$H_2S < 100$ ppm, pressione 0.8-2.5 kPa, rimuovere la condensa, rimuovere i siloxani (I motori con ciclo a Otto sono più sensibili all' $H_2S$ che i motori diesel) <i><math>H_2S &lt; 100</math> ppm, 0.8-2.5 kPa pressure, remove condensate, remove siloxanes (Otto cycle engines more susceptible to <math>H_2S</math> than diesel engines)</i>
Microturbine <i>Microturbines</i>	$H_2S$ tollerato fino a 70,000 ppm, $> 3150$ kcal/Nm <sup>3</sup> , pressione 520 kPa, rimuovere la condensa, rimuovere i siloxani <i><math>H_2S</math> tolerant to 70,000 ppm, <math>&gt; 3150</math> kcal/scm, 520 kPa pressure, remove condensate, remove siloxanes</i>
Celle a Combustibile <i>Fuel Cells</i>	PEM: $CO < 10$ ppm, remove $H_2S$ PAFC: $H_2S < 20$ ppm, $CO < 10$ ppm, Halogens $< 4$ ppm MCFC: $H_2S < 10$ ppm in fuel ( $H_2S < 0.5$ ppm to stack), Halogens $< 1$ ppm SOFC: $H_2S < 1$ ppm, Halogens $< 1$ ppm
Motori Stirling <i>Stirling Engines</i>	Simile alle caldaie per $H_2S$ , pressione 1-14 kPa <i>Similar to boilers for <math>H_2S</math>, 1-14 kPa pressure</i>
Miglioramento del Gas Naturale <i>Natural Gas Upgrade</i>	$H_2S < 4$ ppm, $CH_4 > 95\%$ , $CO_2 < 2\%$ in volume, $H_2O < (1.10^{-4})$ kg/MMscf, rimuovere i siloxani ed i particolati, $>$ pressione 3000 kPa <i><math>H_2S &lt; 4</math> ppm, <math>CH_4 &gt; 95\%</math>, <math>CO_2 &lt; 2\%</math> volume, <math>H_2O &lt; (1.10^{-4})</math> kg/MMscf, remove siloxanes and particulates, <math>&gt; 3000</math> kPa pressure</i>

## GENERAL

The **DU** biogas purifier enable a very close contact between biogas and liquid which allows physical and chemical reactions using a very simple and fully optimized product.

The plant is composed of three reactors pre-assembled on a base tank containing the washer liquid. The first reactor is a Jet Venturi which creates the mixture between the two phases by using the speed of a liquid jet to draw up the biogas. The liquid/biogas ratio is so high that small  $H_2S$  quantities can be absorbed. The washing liquid, recycled by a suitable electro pump, is introduced with high speed in the Jet Venturi nozzle where the close contact is obtained. The liquid transfer to the gas part of its kinetic energy which in the diffuser cone is transformed in pressure energy. While the liquid settles in the base tank, the biogas continues its flow.

## SPECIFICATION DATA

Venturi contactors are limited in-time, while some reactions necessitate longer contacts. Packed towers are then used.

The contact bed is sprayed by the washing fluid recycled at the top, in order to realize an high immediate ratio mass liquid/mass gas.

The low crossing speed of the gas allows high contact times and low load losses.

The constant mass transfer across the packing reduces to the maximum the stripping possibility of the gaseous contents already absorbed.

Before the outlet from **DU** purifier, the biogas flows through the third reactor, a demister, to prevent the liquid loss.

The load loss of the biogas during its flow in **DU** purifier, is very low, thanks to pressure energy produced in the Jet Venturi.

The purifier working is "non-stop" with continuous refresh and over-flow of the washing liquid.

As regards this problem, a water connection is provided, complete of electrovalve and flow-meter, and an adjustable flow metering pump for the alkaline solution.

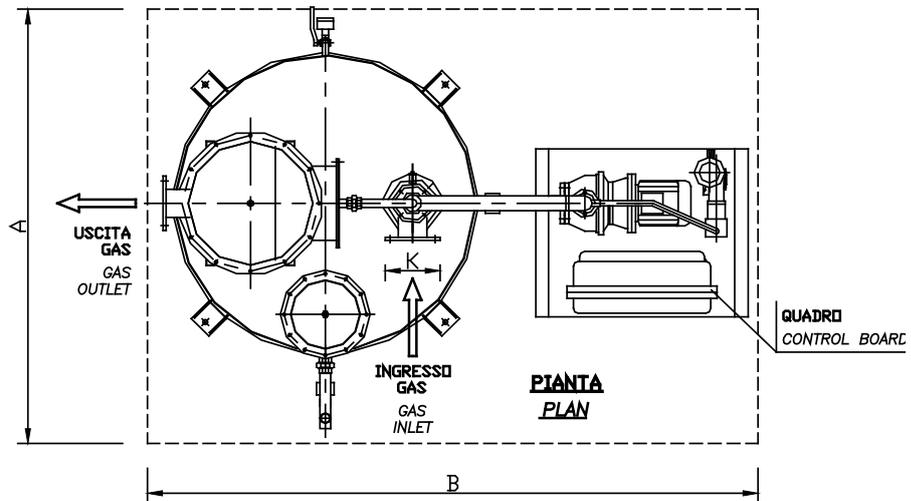
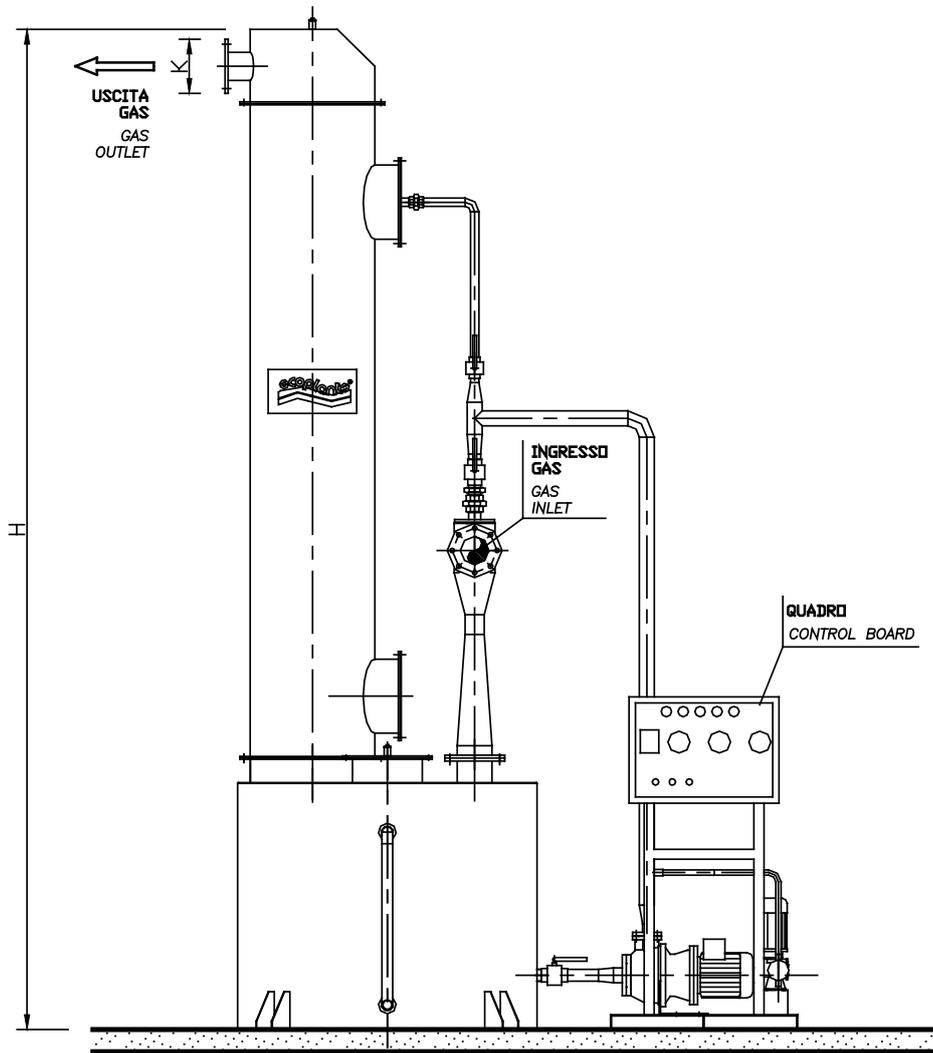
### SELEZIONE DEPURATORI BIOGAS

### SELECTION OF BIOGAS PURIFIER

(con H<sub>2</sub>S in ingresso del 0,7% in volume - with inlet H<sub>2</sub>S 0,7 Vol. %)

MODELLO STD. SIZE	CAPACITA' DI DEPURAZIONE	CONSUMO ACQUA	POTENZA MOTORI	ATTACCHI DEPURATORE PURIFIER PIPE CONNECTIONS			DIMENSIONI DIMENSIONS		
	PURIFIER CAPACITY	WATER SUPPLY	MOTORS RATING	INGRESSO INLET	USCITA OUTLET	DRENAGGIO DRAIN	A	B	H
	Nm <sup>3</sup> /h	l/h	kW	DN	DN	"	mm	mm	mm
<b>DU-0</b>	30	60	1,0	40	40	2	1100	1900	3700
<b>DU-1</b>	60	120	1,0	50	50	2	1200	2000	3750
<b>DU-2</b>	100	200	1,0	65	65	2	1300	2100	3800
<b>DU-3</b>	150	300	1,0	80	80	2	1400	2200	3950
<b>DU-4</b>	300	600	1,7	100	100	2	1700	2500	4050
<b>DU-5</b>	500	1000	2,4	125	125	2	1900	2700	4250
<b>DU-6</b>	800	1600	3,2	150	150	2	2200	3100	4500
<b>DU-7</b>	1200	2400	4,2	200	200	2	2400	3400	4700
<b>DU-8</b>	1600	3200	5,7	200	200	2	2600	3650	4850
<b>DU-9</b>	2200	4400	7,9	250	250	2	3400	4400	4950

# SPECIFICATION DATA



## SPECIFICATION DATA



Cella per sensore di pH  
*Flow assembly for pH sensor*



Jet Venturi e Torre di riempimento  
*Jet Venturi and Packed tower*