



ACOPIO, TRATAMIENTO Y DESECHO DE AGUAS EN PROYECTOS DE GAS NO CONVENCIONALES



Paul Ziemkiewicz, PhD, Director
Water Research Institute
West Virginia University



INFUSE
1 March 2016



The WVU Energy Institute | energy.wvu.edu

Extraccion de Agua

Fuentes:

- Aguas de superfice
- Municipalidades
- Reciclaje de agua producida



TRES LOCALIDES DE POZOS: GREENE CO. PA

Distancia
~ 800 m
~2,500 ft



LOCALIDAD EN PRODUCCION: 4 POZOS

- 2 hectareas en total
- Carretera de servicio
- Laderas
- 1.2 hectareas planas
- Pozos
- Separadores
- Tanques de condensado



LOCALIDAD CON PISCINA PARA AGUAS PRODUCIDAS 6 HECTAREAS

- carretera
- pozos
- separadores
- tanques de condensado



Terminologia: líquidos

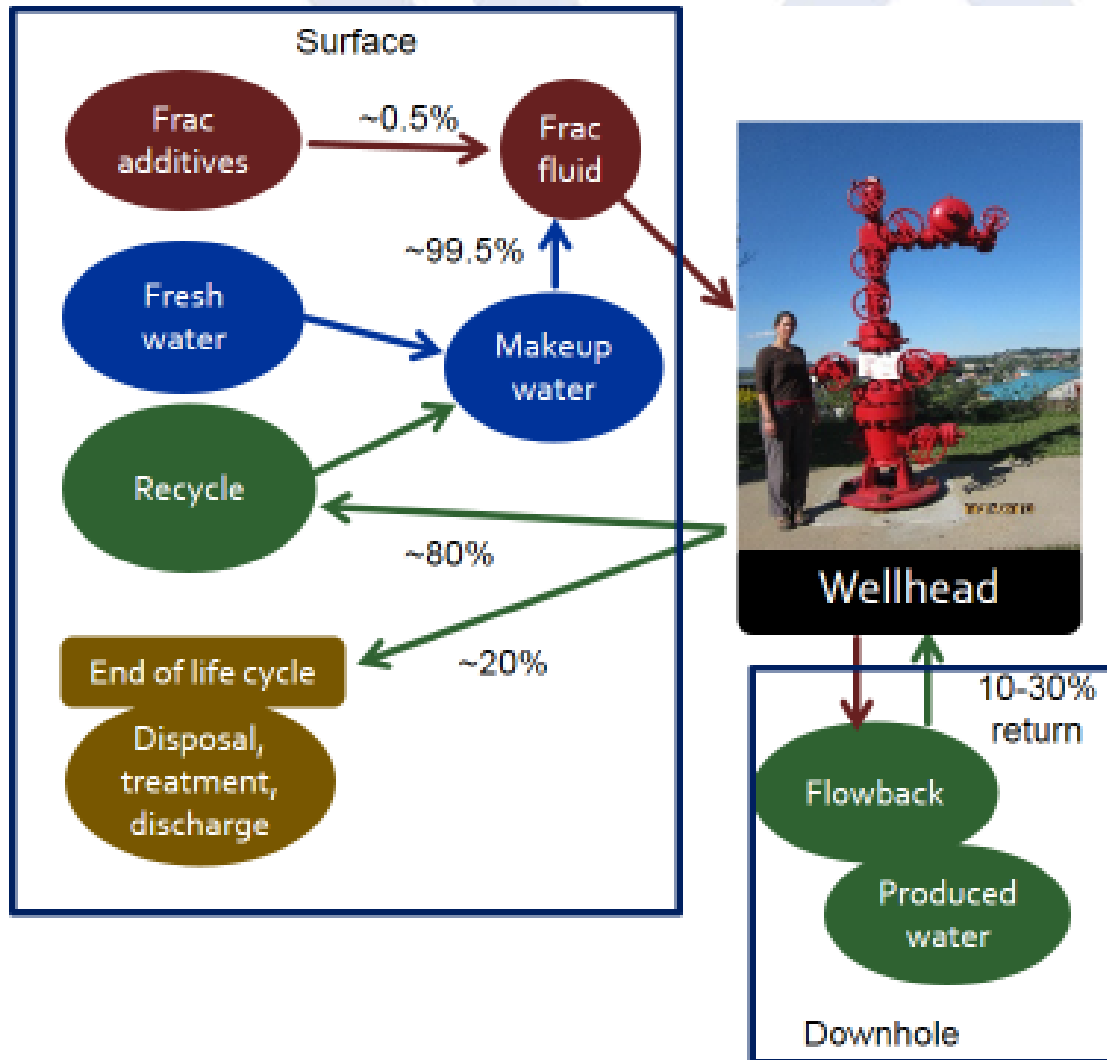
- **Agua para fracturación-piscinas/tanques**
 - Agua fresca
 - Agua de desecho
- **Fluido de fracturación hidráulica**
 - ~ 16,000 to 19,000 m³ inyectados
 - Agua de fracturación +
 - Mezcla secreta de químicos
 - Agente de sosten (proppant)
- **Agua producida**

Fluidos que salen después del frac

 - ~70-90% se queda en el subsuelo
- **Reciclaje**
 - Agua producida se usa en otro frac



Fluidos en el pozo

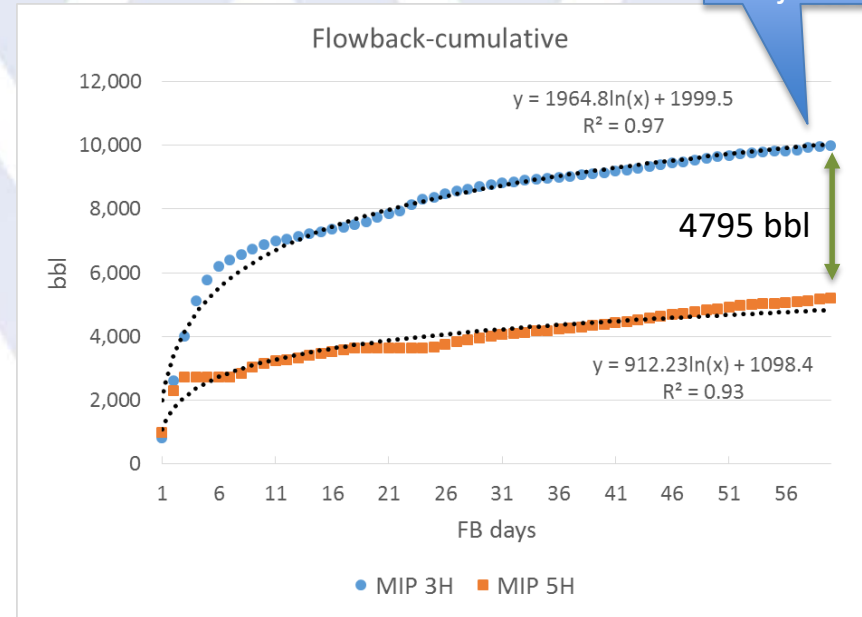
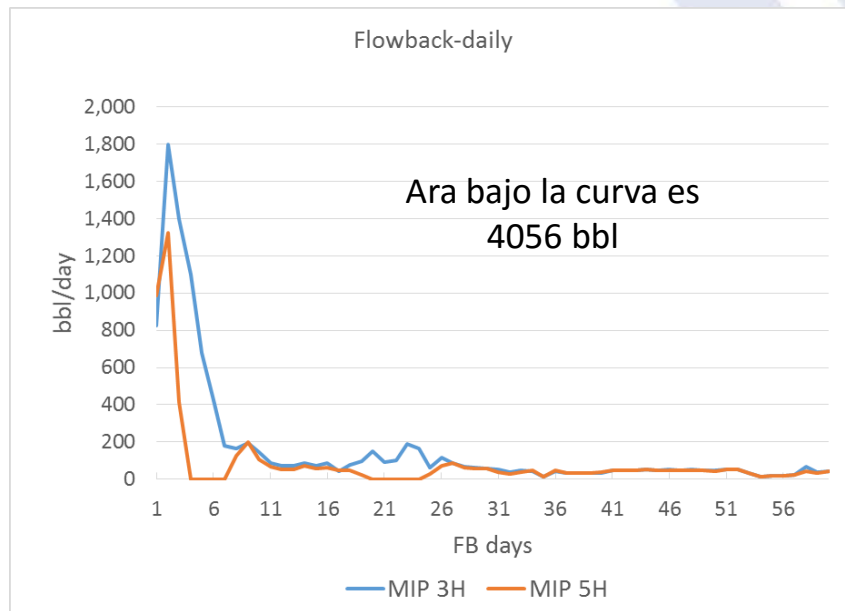


Volumenes de agua producida: MIP 3,5H

3H produjo 92% mad agua, 30% mas gas

1 bbl=0.16 m³

6.25 bbl/m³



CARACTERIZACION QUIMICA

- Agua producida
 - Agua reciclada+ agua de fracturacion+ aditivos
- Fluido de fracturacion hidraulica
- Lodo de perforacion



Dia de produccion
~1,350

Agua producida por
pozos viejos (MIP 4,6H)

Principalmente
Na, Ca, Cl

Parameter	Produced water (mg/L)	
	MIP 4H	MIP 6H
	14-Apr-15	14-Apr-15
Chloride	59,300	34,700
Sodium	23,700	15,000
Calcium	9,480	5,550
Barium	4,970	3,040
Strontium	1,970	1,310
Magnesium	809	571
Bromide	643	416
Potassium	146	93
Lithium	93	53
Iron	93	155
Sulfate	63	63
Manganese	3	4
Aluminum	1	0
EC *	143,000	99,300
Alkalinity	124	180
TDS	104,000	65,100
TSS	75	99

* $\mu\text{S/cm}$



MSEEL data

Nearly all parameters
were higher in
flowback than frac
fluid

Pink: exceeds
drinking water MCL

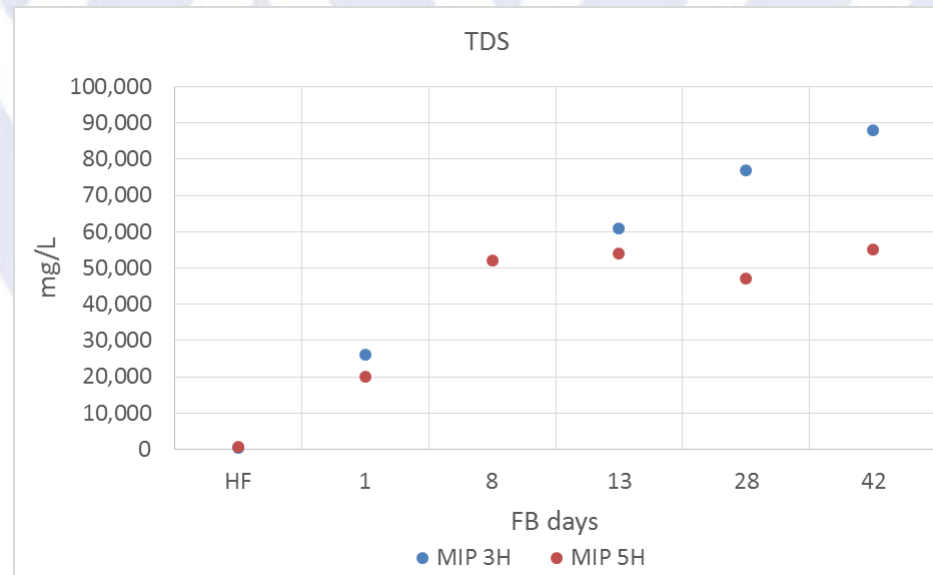
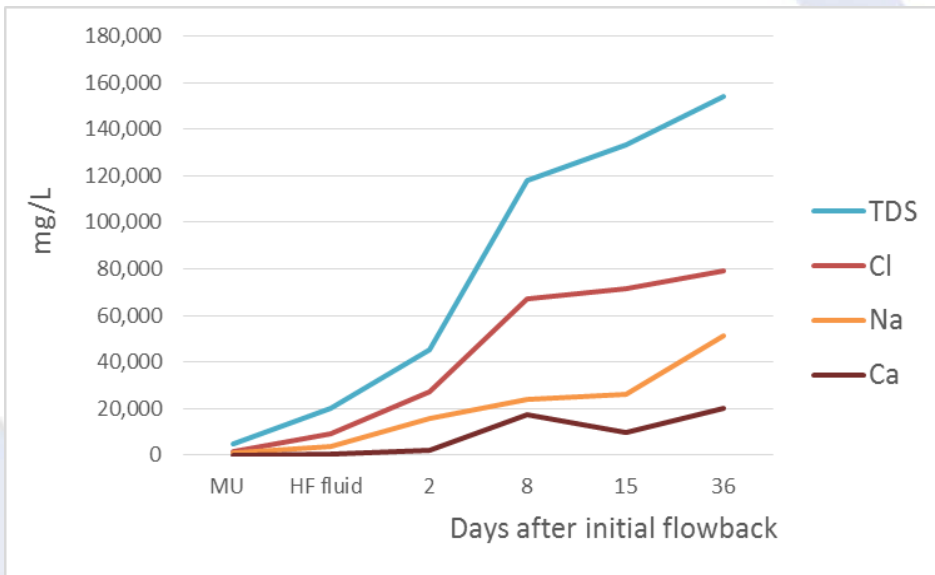
			SDWA	MIP 3H		MIP 5H	
MDL		units	MCL	HF	FB day 42	HF	FB day 42
0.0011	Al	mg/L	0.05	0.42	0.00055	0.02	0.00055
0.0007	As	mg/L	0.01	0.00	0.35	0.00	0.35
0.0002	Ba	mg/L	2	0.04	2500	0.048	1100
0.4	Ca	mg/L		35.5	6800	34	2900
0.0001	Cr	mg/L	0.1	0.003305	0.05	0.00005	0.05
0.01	Fe	mg/L	0.3	1.996	140	0.005	120
0.0001	Pb	mg/L	0.015	0.00	0.005	0.00	0.005
0.019	Mg	mg/L		9.70	710	8.00	330
0.0002	Mn	mg/L	0.05	0.11	11	0.00	1.8
0.0004	Ni	mg/L		0.01	0.2	0.00	0.2
0.03	K	mg/L		3.40	130	2.50	120
0.001	Se	mg/L	0.05	0.00	0.5	0.00	0.5
0.0001	Ag	mg/L	0.1	0.00	0.05	0.00	0.05
0.1	Na	mg/L		46.50	21000	30.00	13000
0.0003	Sr	mg/L		0.34	1400	0.27	630
0.02	Zn	mg/L	5	0.07	1.2	0.04	1.2
4.3	Alk	mg/L		70.00	140	64.00	240
0.09	Br	mg/L		0.17		0.95	
0.29	Cl	mg/L	250	31.50	61000	34.50	37000
3	SO4	mg/L	250	125.00	7	140.00	7
7.6	TDS	mg/L	500	340.00	88000	565.00	55000
0.25	Benzene	µg/L	5	0.13	10	0.13	27
0.2	Toluene	µg/L	1000	0.43	13	0.01	53
0.22	Ethylbenze	µg/L	700	0.11	1.1	0.11	4
0.62	Xylene tot	µg/L	10000	0.32	3.2	0.32	23
0.005	MBAS	mg/L	0.5	0.00	0.38	0.00	0.26



Evolucion del agua producida- iones inorganicos principales

Ziemkiewicz et al., 2011

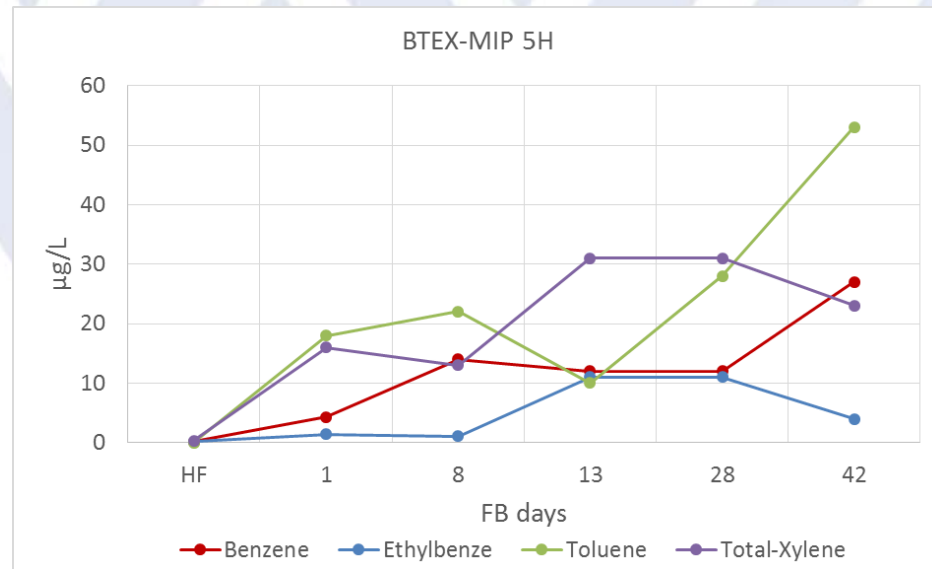
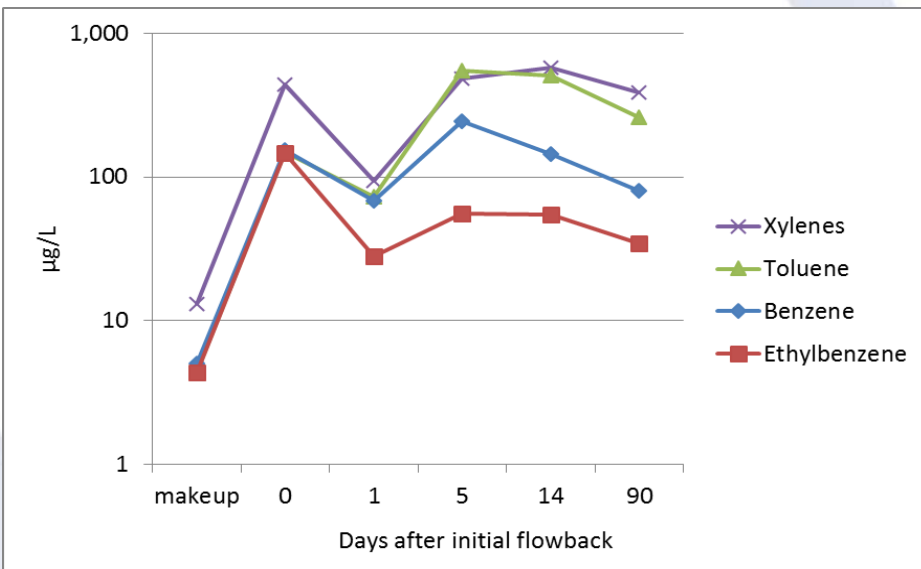
MSEEL



Evolucion del agua producida-organicos

Hayes, 2009

MSEEL



Agua producida

- Extremadamente salina: 10,000 to 300,000 mg TDS/L
- Inorganicos: Na, Mg, Ca, Sr, Ba, Cl, Br
- Organicos: *Benzene, Ethylbenzene, Toluene, Xylene (BETX)*
- Radioactivos: α , β , ^{226}Ra , ^{228}Ra ,
- Durante la producción
 - Volumen disminuye rapidamente
 - 5,000 bpd inicialmente, baja a 175 bpd después de 60 días
 - Concentración de iones aumenta
- La mayor parte de los contaminantes vienen de la formación –
no del fluido de fracturación



Terminologia: desechos solidos

- **Lodo de perforacion**
 - Vuelve a la superficie durante la perforacion
 - Se recicla despues de remover los detritos de perforacion
 - Se desecha al terminar el pozo
- **Detritos de preforacion**
 - Fragmentos de roca y arcilla, gravilla
 - ~500-800 toneladas por pozo or 25 a 50 camionados
 - Se desecha despues de separar el lodo de perforacion
- **Solidos producidos**-filtrado, precipitados, solidos en suspencion



Desechos de perforacion

Lodo



Detritos (cuttings)



Separacion de solidos



Cuttings pit



Flowback pit



Flowback tank

Bag filters

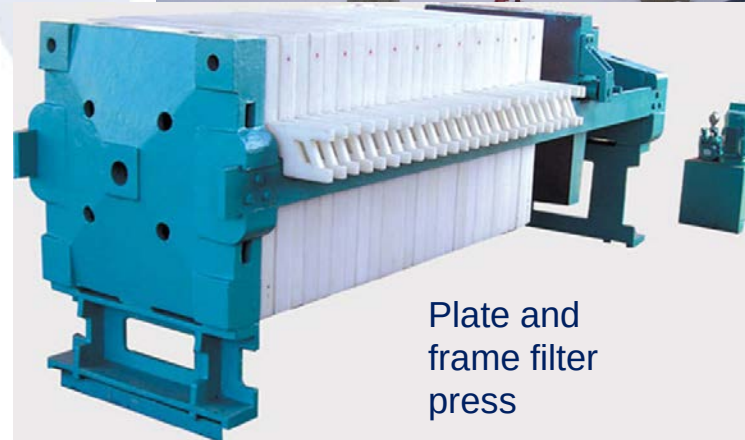


Plate and
frame filter
press



Lodo
Convencional

Detritos
% muestra
(Liquid fraction)
> TCLP limite

Drill Cuttings: Vertical Section

Drill Cuttings	%> TCLP	min	max	
Cr	100%	6.7	32.8	mg/L
As	90%	2.4	30.6	mg/L
Pb	80%	3.5	84.9	mg/L
Ba	70%	23.9	7,870.0	mg/L
Benzene	70%	0.0	300.0	µg/L
Se	40%	0.0	3.3	mg/L
Hg	10%	0.0	0.3	mg/L



Lodo de perforacion 'verde' no sobrepasa los limites TCLP

- In the Vertical and Horizontal (Marcellus) sections:
 - TCLP organics-no exceedances
 - TCLP inorganics-no exceedances



Lodo de perforacion: Bio-Basetm 365

<u>Property</u>	<u>Unit</u>	<u>Value</u>	<u>Test Method</u>
Physical state		Liquid	Visual
Biodegradation, 28 days	%m	55-60	OECD 301
Potential carcinogenic label		-	No -
BTEX**	mg/kg	< 1 *	ASTM 5790 mod.
PAH	mg/kg	< 0.1 *	EPA 8100

**Menos del limite de deteccion*

***BTEX (Benzene, Ethylbenzene, Toluene, Xylene).*



Radioquímica: detritus de perforacion

Bnueces de Brasil tienen 12 pCi/g

Radionuclides (pCi/g)

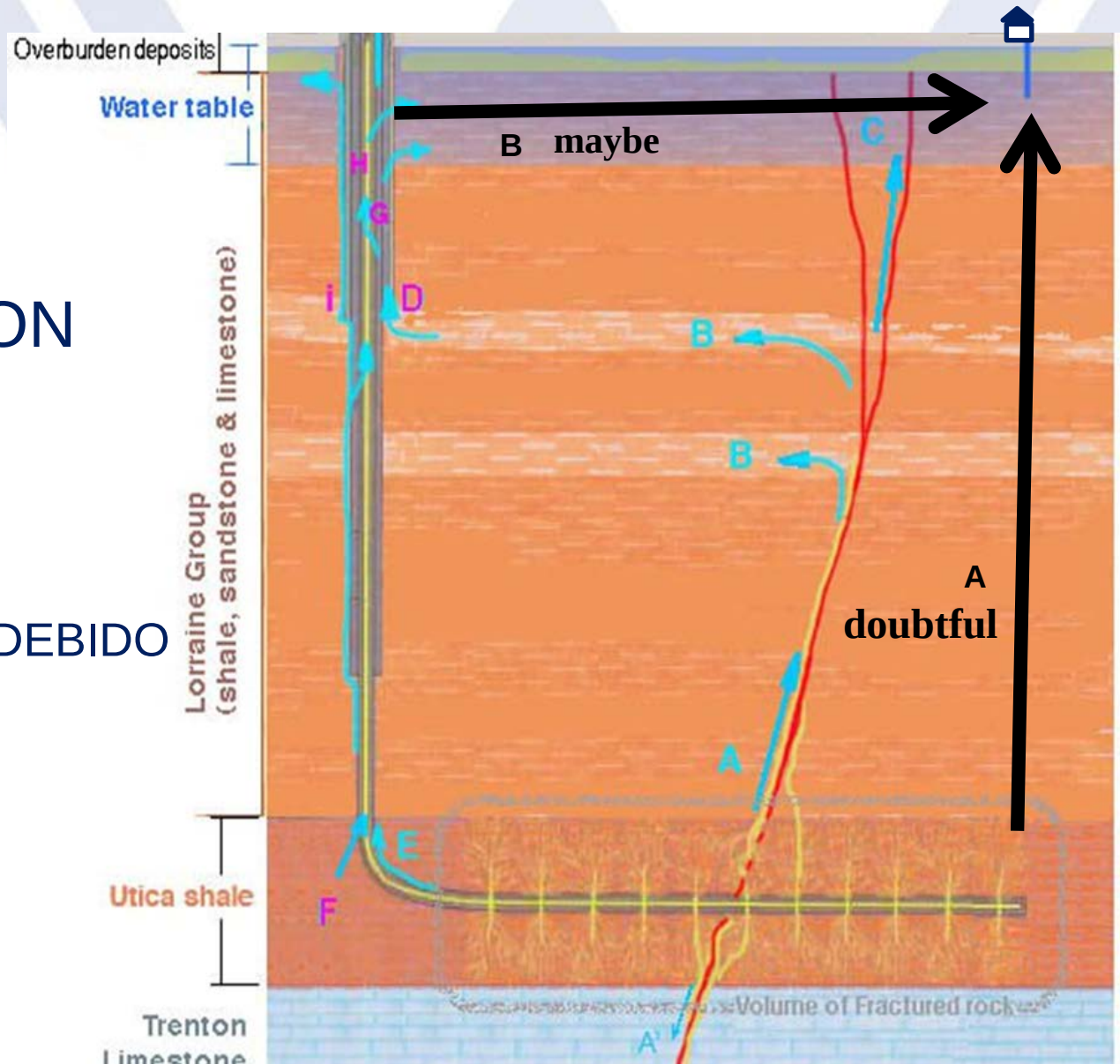
vertical Marcellus	EPA 901.1									9310					
	⁴⁰ K			²²⁶ Ra			²²⁸ Ra			alpha			beta		
	Act	Unc	MDC	Act	Unc	MDC	Act	Unc	MDC	Act	Unc	MDC	Act	Unc	MDC
MIP 4400 3H	28	4.8	1.0	1.2	0.3	0.3	1.8	0.5	0.3	15.0	7.1	9.8	24.5	6.3	5.6
MIP 5026 3H	24	4.4	1.4	1.4	0.3	0.2	1.9	0.5	0.3	10.5	5.8	9.2	19.4	4.8	4.1
MIP 6798 5H	27	4.5	0.9	1.8	0.3	0.2	1.4	0.4	0.5	17.1	7.7	11.2	27.8	6.7	5.4
MIP 8555 5H	26	4.2	1.1	4.7	0.7	0.2	1.3	0.4	0.4	27.0	9.6	10.2	36.9	8.6	6.6
MIP 8555 5H DUP	25	4.6	1.5	4.6	0.7	0.3	1.1	0.6	0.6	38.1	11.1	9.1	29.8	6.8	4.9
MIP 9998 5H	17	4.3	2.7	9.2	1.3	0.3	0.5	0.9	0.9	46.8	11.0	4.7	42.9	9.0	5.9
MIP 11918 5H	22	3.7	1.1	4.0	0.7	0.2	0.7	0.5	0.5	24.4	9.2	10.3	23.0	6.2	6.2
MIP 11918 5H	20	3.4	1.1	4.2	0.6	0.2	0.8	0.4	0.6	23.8	6.8	5.2	28.7	6.3	5.1
MIP 13480 3H	18	3.2	1.2	9.2	1.3	0.2	0.8	0.6	0.5	55.7	14.7	11.5	35.4	8.2	5.8
MIP 13480 3H DUP	18	3.5	1.4	9.7	1.4	0.3	1.1	0.4	0.3	59.2	14.9	9.3	35.0	7.8	4.6
MIP 13480 3H Mud	13	3.0	1.1	5.6	0.9	0.2	0.5	0.3	0.8	60.0	15.9	10.5	42.5	9.6	6.1
MIP 14454 5H	20	3.8	1.1	5.8	0.9	0.2	1.3	0.5	0.6	28.8	7.9	6.5	37.5	8.0	5.4



RUTAS DE CONTAMINACION

A. NO HA SIDO DOCUMENTADO

B. DOCUMENTADO, DEBIDO A POZOS MAL COMPLETADOS



Derrames: contaminación evitable

Colapso del embalse debajo del plastico



Escape de un generador



Evitando fugas



Contenedor derramando detritos y fluido de perforacion



Bueno: Un embalse bien construido



Malo: cubierta de plastico mal instalada



Tuberia sin soporte se puede romper



Explosiones son raras, pero esta produjo un derrame, mato peces- No habia barrera secundaria

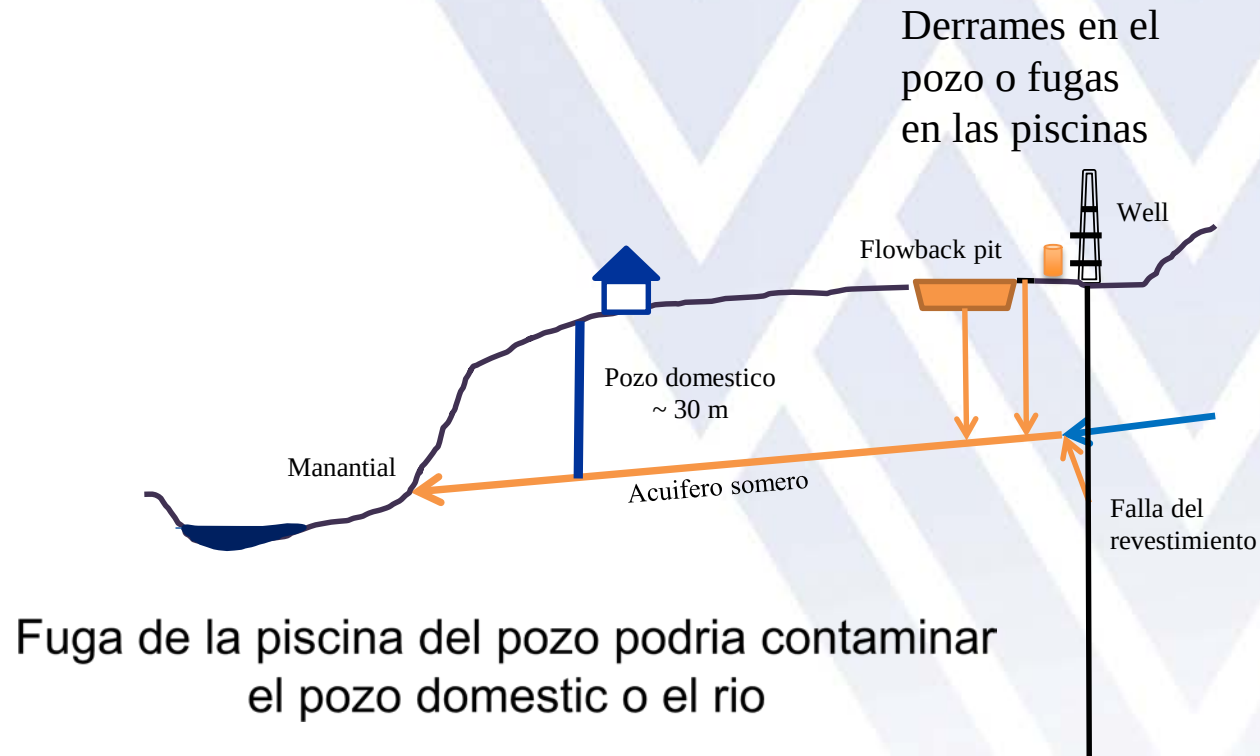


Reduccion de Riesgos:

Cubierta de polímero llena de gravilla. Barrera secundaria alrededor de los tanques



Las vias de contaminacion mas probables



Reduccion de Riesgos: derrames en el pozo

Problemas

1. Derrame de agua producida
2. Contaminacion del acuífero
3. Derrames durante perforacion
4. Explosiones durante el completamiento
5. Escape vertical en el pozo
6. Contaminacion profunda desde el pozo horizontal

Soluciones

- 1-3. Barreras: doble cubierta de HDPE, embalse con capacidad 2 x del maximo volumen de una etapa de frac
4. Double BOPs
5. Pozo con buen revestimiento
6. No ha sido documentada



Recomendaciones: reducir los derrames de aguas producidas

- Reciclar el agua producida en otros fracs
- Retencion en la fuente:
 - Probar la tuberia de revestimiento y el cemento
 - Localizacion con barreras de proteccion
 - Piscinas construidas segun las reglas del estado
 - Tuberia de produccion de agua correctamente instalada
- Transporte:
 - Seguimiento y rendicion de cuentas
- Caracterizacion de los desechos solidos y descarte de acuerdo a las reglas (RCRA?)



PARA MAS INFORMACION DIRIJASE A:

Paul Ziemkiewicz, Director
WVU Water Research Institute
304 293 6958
pziemkie@wvu.edu

