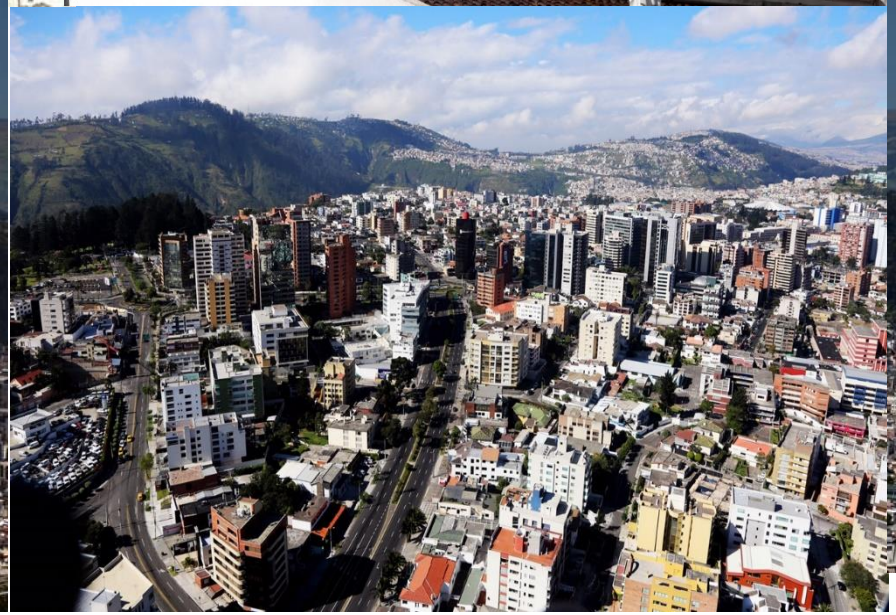
IWA-IDB INNOVATION CONFERENCE
ON SUSTAINABLE USE OF WATER: CITIES, INDUSTRY AND AGRICULTURE

Diseño de sistemas de tratamiento de aguas residuales para optimizar la reutilización y recuperación: Proyecto Vindobona, Quito, Ecuador

Luis Gómez-Ávila, Dr. Ing.
EPMAPS

El entorno del proyecto: QUITO, PATRIMONIO MUNDIAL (UNESCO, 1978)

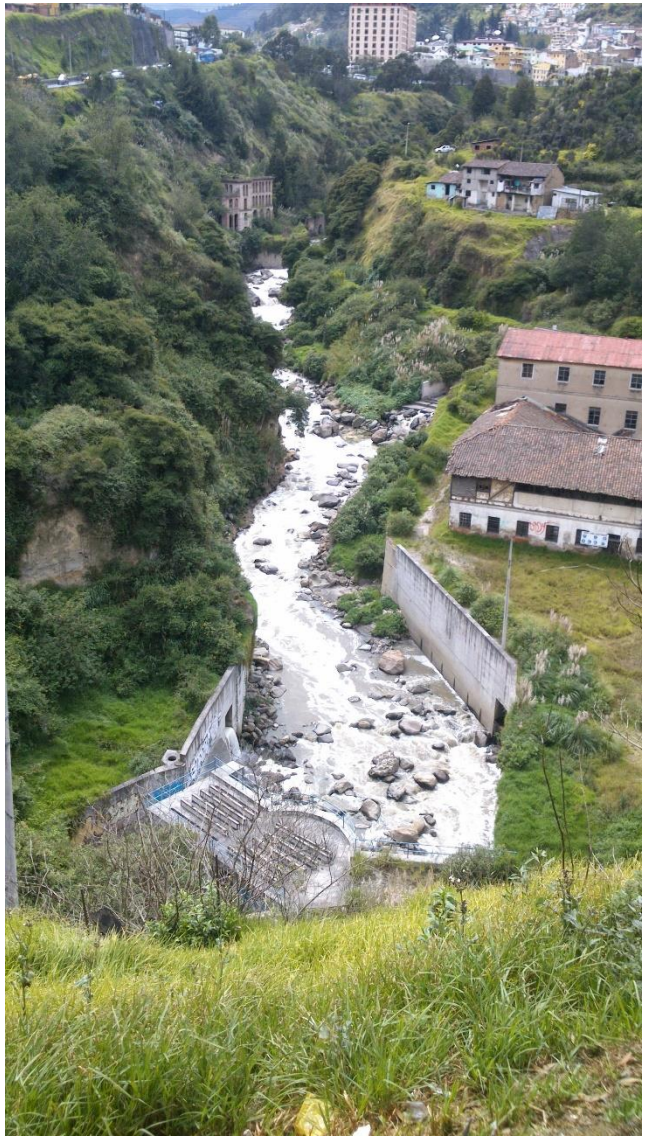


EPMAPS
AGUA DE QUITO

Ríos de Quito y del Distrito Metropolitano: Cuenca Alta río Esmeraldas

EPMAPS
AGUA DE QUITO

Descargas de “La Tola” en el Río Machángara



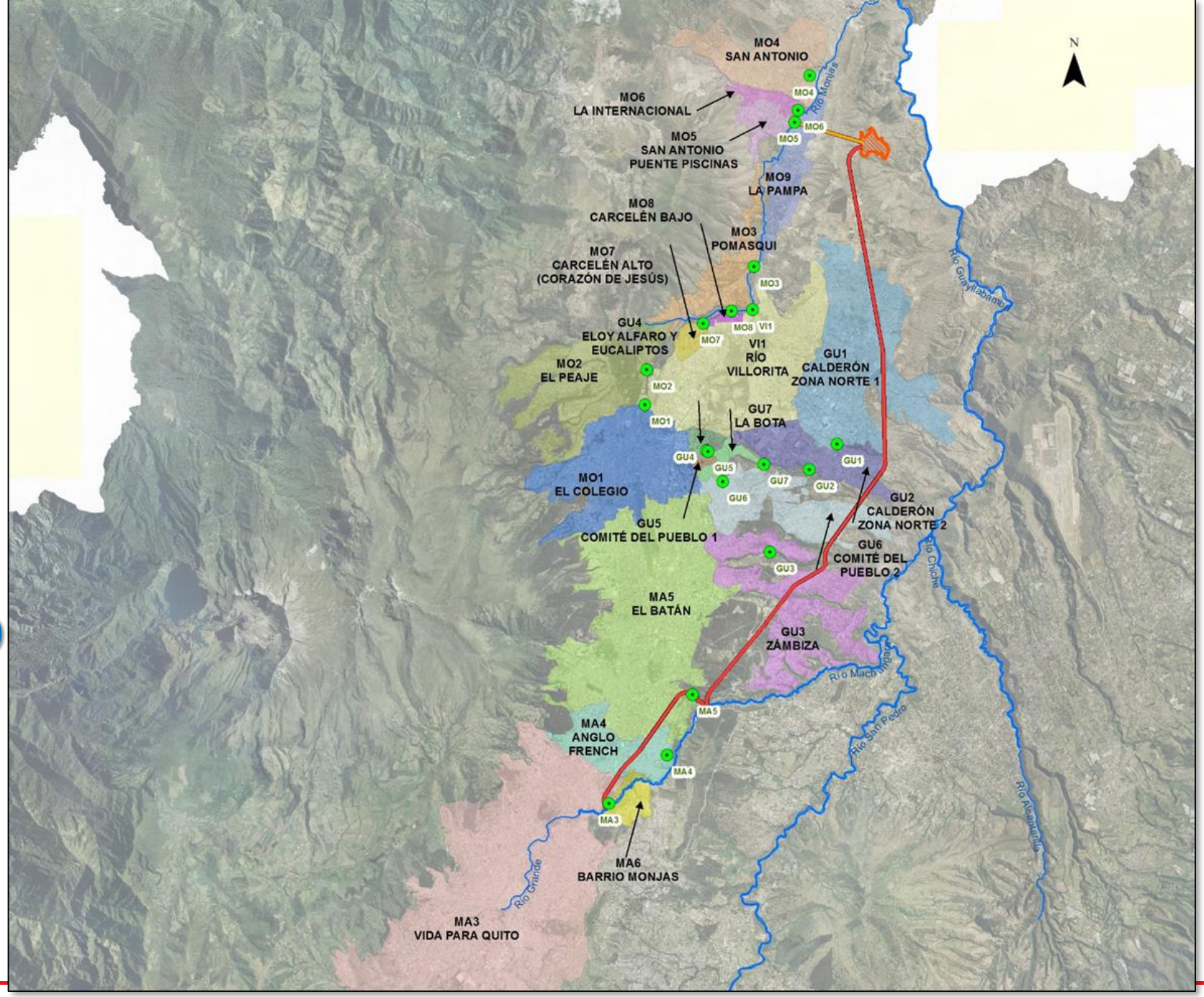
EPMAPS
AGUA DE QUITO

Sitio de Nayón: un ejemplo típico de la geografía accidentada del área del proyecto

EPMAPS
AGUA DE QUITO
grande otra vez

NUESTRA REALIDAD

Área de servicio del Proyecto



EPMAPS
AGUA DE QUITO
grande otra vez

Retos del Proyecto

- Interceptar colectores principales de sistemas combinados de aguas residuales urbanas
- Transportar aguas residuales urbanas a través de terrenos muy accidentados atravesados por varios barrancos profundos y áreas densamente pobladas.
- Ubicar un sitio con área suficiente y condiciones geotécnicas adecuadas para instalar una gran EDAR en lo alto de los Andes, a elevaciones entre los 2.000 y 3.000 msnm (6.600 a 9.840 pies)
- Completar el trabajo de topografía de terrenos muy grandes y accidentados.
- Vencer una diferencia de elevación de + 900 metros (+2,952 pies) entre el inicio del sistema de intercepción y el sitio potencial de la planta

Oportunidades del Proyecto

- **Las diferencias sustanciales en la elevación (900 m - 2950 pies) entre el comienzo del interceptor del alcantarillado, el punto de descarga de efluentes en la PTAR y el punto de entrega al cuerpo receptor, hace posible la generación de energía hidroeléctrica utilizando aguas residuales sin tratar y tratadas.**

- **Dado que el sistema de recolección de aguas residuales urbanas de Quito es un sistema de alcantarillado combinado, una parte del "first flush" del agua de tormenta se puede capturar y tratar a un nivel preliminar.**

Componentes del Proyecto

Interceptores de túnel:
Tola - Vindobona con una longitud de 27,6 km (17,14 millas)
San Antonio - Vindobona con una longitud de 2.4 km (1.5 millas)

Planta de tratamiento de aguas residuales de Vindobona 7.55 m^3 / s - año 2045 (172 MGD) [first flush: 16.02 m^3/s – 365 MGD]

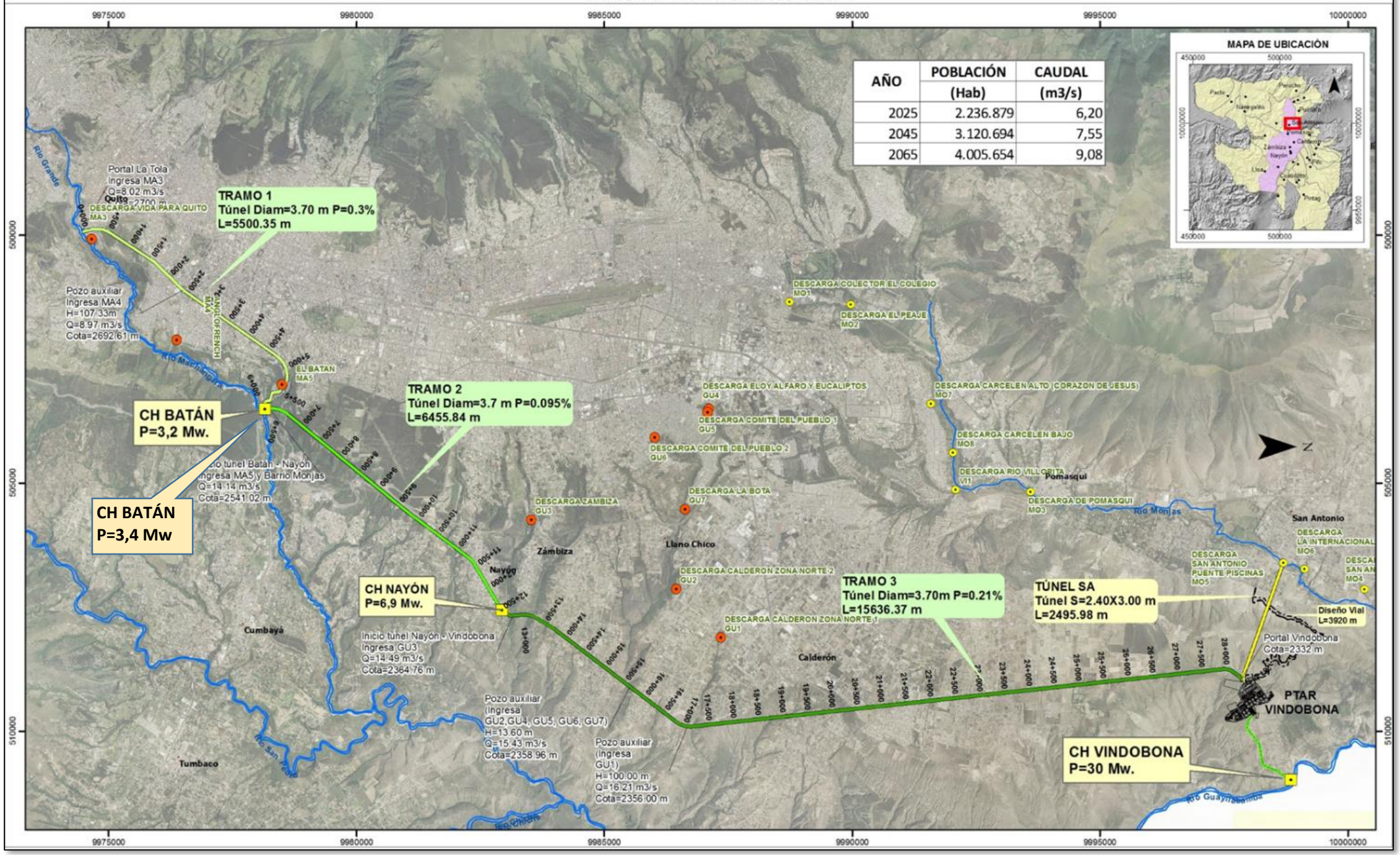
Cuatro (4) centrales hidroeléctricas con una capacidad total de 43 MW:
Batán I y II y Nayón ubicados a lo largo del túnel Interceptor Tola - Vindobona, y Vindobona, ubicada en el efluente de la EDAR

EPMAPS AGUA DE QUITO

ECUADOR - ESCALA 1:25000

LOCALIZACION Y COMPONENTES DEL PROYECTO

No. DE HOJA

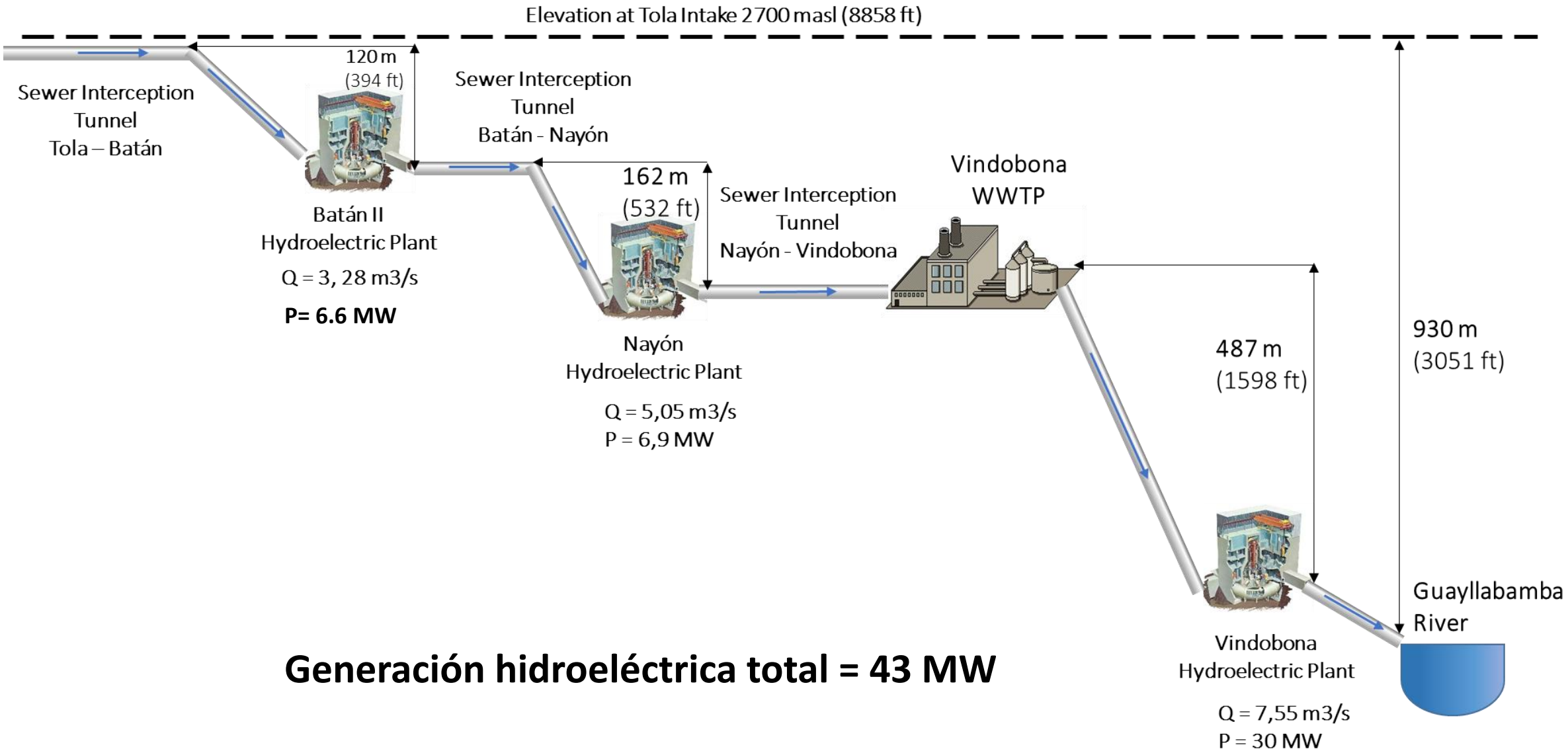


AÑO	POBLACIÓN (Hab)	CAUDAL (m3/s)
2025	2.236.879	6,20
2045	3.120.694	7,55
2065	4.005.654	9,08

Diseños Innovadores en Saneamiento y usos del agua

- Aprovechamiento de las aguas residuales urbanas crudas
- Aprovechamiento de las aguas residuales urbanas tratadas
- Recuperación de recursos en los procesos unitarios de tratamiento

Diagrama esquemático del sistema de generación de energía hidroeléctrica



Generación hidroeléctrica total = 43 MW

SUBGERENCIA DE HIDROELECTRICIDAD

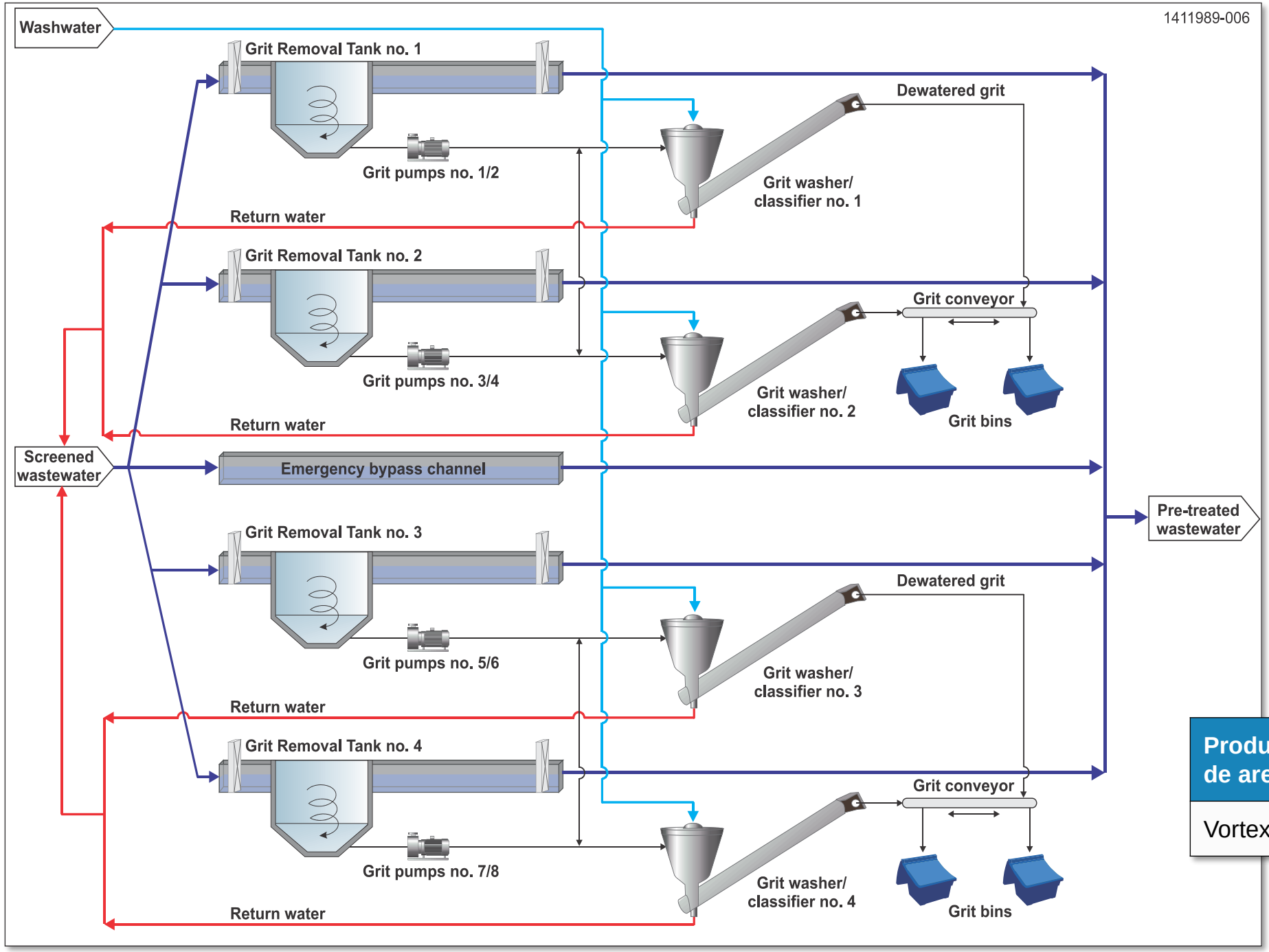
CALCULO DE INGRESOS ECONOMICOS POR COMERCIALIZACION DE LA ENERGIA GENERADA

CENTRALES: BATAN I y II, NAYON Y VINDOBONA

No.	NOMBRE CENTRAL	POTENCIA INSTALADA (kW)	CAUDAL DISEÑO (m^3/s)	FACTOR PLANTA (%)	PRECIO UNIT. EN. GENERADA (USD / kWh)	ING. ANUALES VTA. ENERGIA (USD)
1	Batán I	3.300	2,00	0,75	0,075	1’626.075
2	Batán II	3.300	3,28	0,87	0,075	1’886.247
3	Nayón	7.200	5,04	0,87	0,075	4’115.448
4	Vindobona	30.000	7,55	0,87	0,075	17’147.700
	TOTAL	43.800	-	-	-	24’775.470

Fuente: Estudios Definitivos PDRQ y EEQ

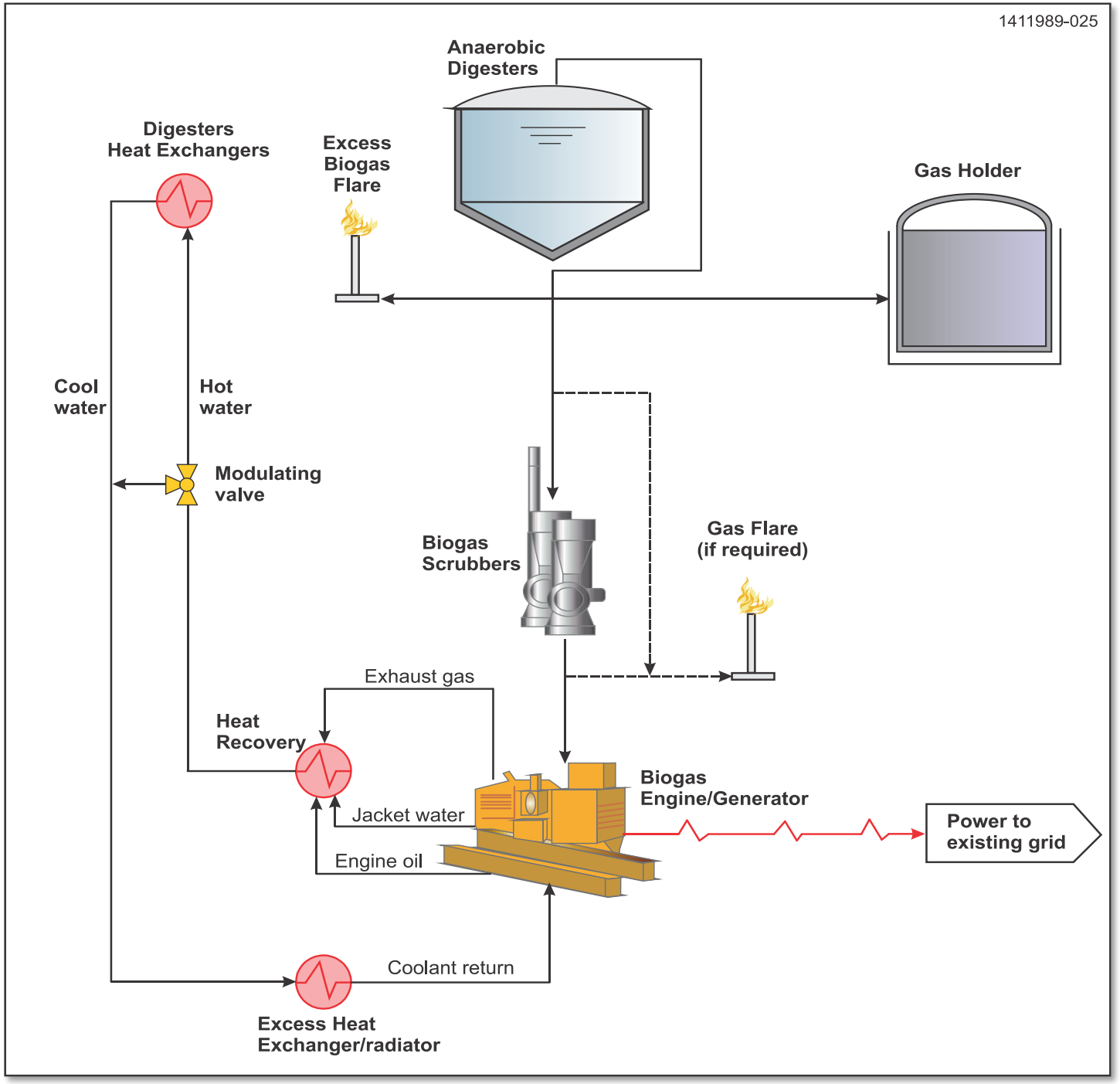
EPMAPS AGUA DE QUITO grande otra vez



La extracción de arenas de ARU, representa una necesidad para reducir los problemas en equipos y bombas, y este subproducto se lo puede revalorizar como fuente de material de relleno o de construcción de mediana calidad

En función de la cantidad generada de este subproducto limpio, Vindobona estaría recibiendo anualmente sobre los **USD 65K**

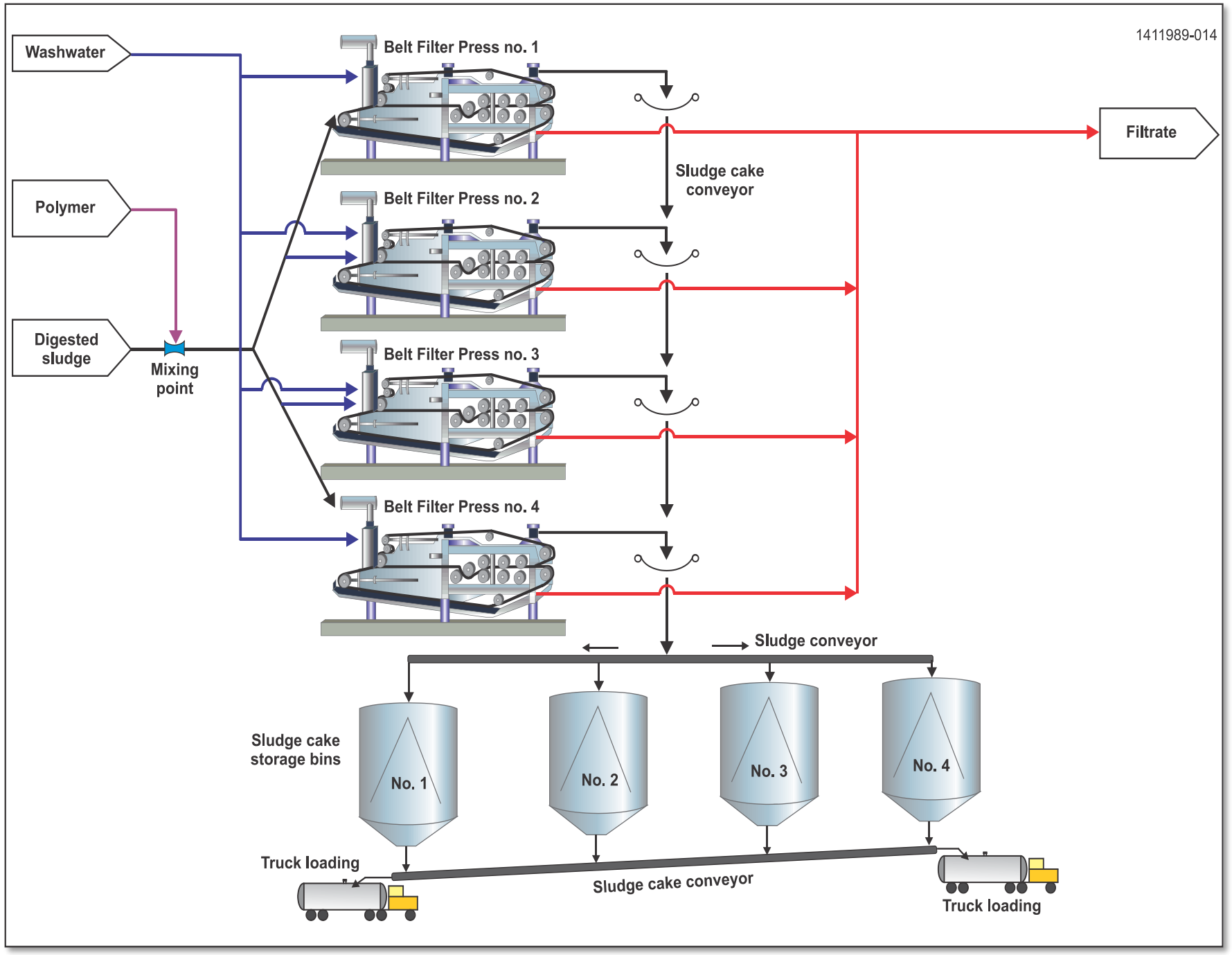
Producción de arenas	Unit	2030 (7)	2045 (8)
Vortex Unit	ton/d	29	34



Item	Year 2030	Year 2045
Potencia generada (MW)	3,7	5,3

El aprovechamiento de los lodos, representa una oportunidad para disminuir los costos de operación de las plantas, lo revaloriza (subproducto considerado tradicionalmente como un residuo de costosa disposición), se mejora el medio ambiente y se favorece la disminución de la emisión de gases de efecto invernadero generados por la utilización de combustibles fósiles al utilizar una fuente alterna de energía.

En función de la potencia generada, Vindobona estaría dejando de gastar anualmente sobre los **USD 3M**.



Descripción	Unidad	2030	2045
Concentración de lodos	% ST	22%	22%
Producción de lodos ST	Ton/día	90	126
Producción de lodos SVT	Ton/día	57	81
Peso de torta húmeda	Ton/día	407	573
Volumen	m3/d	339	477

El precio de venta del compost oscila entre $ 5 y $ 10 por yarda cúbica o $ 10 a $ 20 por tonelada*

En función de la cantidad generada de este subproducto limpio, Vindobona estaría recibiendo anualmente sobre los **USD 2.1M**

*(Harkness, 1994; U.S.EPA, 1989)

Costos

INVERSION y O & M

Costos de Inversión (2045)	USD
Túneles Interceptores y obras complementarias	282’338.108
Planta de Tratamiento de AR	450’144.931
Plantas Hidroeléctricas	96’612.991
Total Costos de Inversión	**829’096.031**
Costos Anuales de O&M (2045)	
Túneles Interceptores y obras complementarias	1’243.560
Planta de Tratamiento de AR	16’628.651
Plantas Hidroeléctricas	4’584.152
Total Costos O&M	**22.456.362**

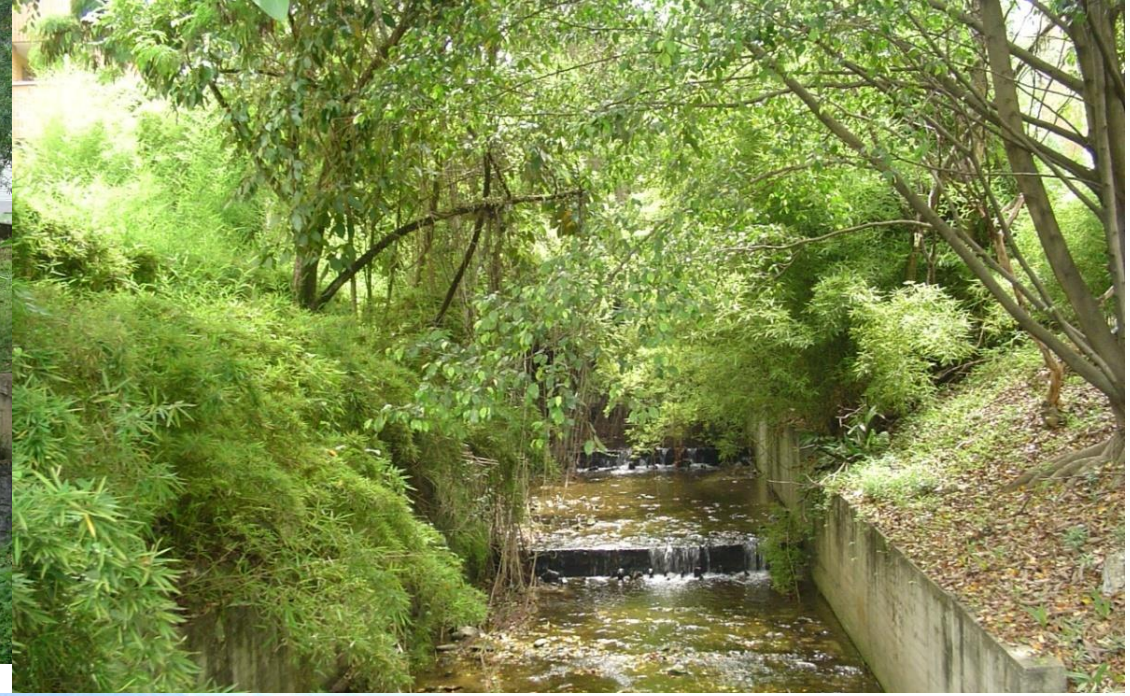
RECUPERACIÓN DE RECURSOS

Ingresos Económicos (2045)	USD
Comercialización de la Energía Hidroelectrica	24’775.470
Generación de Energía de Biomasa	3’029.000
Venta de subproducto recuperado limpio (Arena)	65.000
Venta de subproducto recuperado (Biosólidos)	2’100.560
Total O&M Costs	**29.970.030**

EPMAPS AGUA DE QUITO

Relevancia del Proyecto de Recuperación de Recursos de Quito

- **El Proyecto Vindobona es parte de una importante iniciativa de la Administración Metropolitana de Quito y su Autoridad de Aguas y Saneamiento de Quito (EPMAPS-Q) para cerrar el ciclo del agua urbana y descontaminar los ríos que rodean la ciudad capital de Quito.**
- **Actualmente, un porcentaje muy bajo de las aguas residuales de Quito se trata (1%). Cuando la planta de Vindobona entre en funcionamiento, alrededor del 96% de las aguas residuales de la ciudad recibirán tratamiento.**
- **El proyecto, al aprovechar las diferencias sustanciales en las elevaciones del suelo, está mejorando su viabilidad financiera a través de la generación de electricidad por encima de sus demandas internas, además del cobro de un nuevo servicio a los usuarios.**
- **Este es uno de los proyectos de tratamiento de aguas residuales “greenfields” más grandes de Sudamérica, que le brinda a Quito la oportunidad de desarrollar un proyecto basado en principios de sostenibilidad de neutralidad energética y recuperación de recursos al tiempo que mejora la calidad de vida de sus habitantes a través de una solución integrada de recuperación de agua, que resulta en un proyecto emblemático para Quito y sus residentes.**



NUESTRO DESEO

PLANTA DE
VINDOBONA

EPMAPS
AGUA DE QUITO
grande otra vez

Muchas gracias

luis.gomez@aguaquito.gob.ec