



Montevideo – Uruguay  
Hotel Escuela Kolping  
27 y 28 Octubre de 2011



## READECUACIÓN DE LA DISPOSICIÓN FINAL DE EFLUENTES LÍQUIDOS DE LA CENTRAL TÉRMICA JOSÉ BATLLE Y ORDOÑEZ

### **Sastre, María Teresa (\*)**

Ing. Civil H/A.

U.T.E. Gerencia de Medio Ambiente

### **Carrau, María (\*)**

Ing. Civil H/A.

U.T.E. Gerencia de Medio Ambiente

### **Winicki, Marcel**

I.Q.

UTE. Central Térmica José Batlle y Ordoñez



(\*): Palacio de la Luz, Paraguay 2431 piso 8, oficina 819 Montevideo, 11200, Uruguay  
Tel.: 155-1743 Fax: 22002927 e-mail: msastre@ute.com.uy

## RESUMEN

En este trabajo se presentan las distintas obras que se realizaron en la Central Térmica José Batlle y Ordoñez (BAT), para la readecuación de sus efluentes líquidos. Estas acciones se desarrollan con el fin de cumplir con la normativa vigente y de modo de atender las necesidades que surgieron de las áreas operativas y de mantenimiento de la misma.

Las obras de regularización de la red sanitaria de BAT, consistieron básicamente en separar las líneas de efluentes de origen cloacal y de origen industrial. La línea de efluentes cloacales es vertida mediante un pozo de bombeo a la red municipal, donde es conducida a la nueva estación de bombeo de Arroyo Seco para integrarse a la red cloacal de la ciudad. Esta solución elimina todos los vertidos de aguas cloacales que eran descargados en la Bahía de Montevideo. Por otro lado se construyó nuevamente el colector industrial principal "Colector NC" con un sistema automático de compuertas estando en línea con el monitoreo de parámetros HC, pH y temperatura, permitiendo así la rápida detección de los efluentes cuando están fuera de norma e impidiendo el vertido de los mismos a la Bahía.

## INTRODUCCION

En el año 2005 UTE realiza un llamado a Licitación a efectos de contratar la elaboración de un proyecto para la adaptación de las instalaciones de evacuación de sus efluentes del Predio Industrial para ajustarlas a la normativa vigente. Dicho proyecto fue elaborado y culminado en 2008, estando en la actualidad con un 95% de la obra finalizada y operativa. Dado que paralelamente al desarrollo de esta obra, se realizaron otras mejoras y ampliaciones en el predio industrial de la Central que afectaban el saneamiento proyectado, hubo que realizar rediseños en el propio desarrollo de la obra.

## OBJETIVOS Y METAS

- Readecuación del sistema de efluentes líquidos de BAT de manera de cumplir con la normativa vigente
- Separación en la conducción y disposición final de los distintas líneas de efluentes (cloacales, industriales) generados en BAT y disposición final de los efluentes líquidos cloacales al colector municipal.
- Mejora en la operación del sistema de efluentes industriales, detectando el efluente fuera de rango de forma rápida e impidiendo de automáticamente el vertido a la bahía y su adecuada conducción a los correspondientes sistemas de tratamiento.
- Mejora en los sistemas de contención de derrames de hidrocarburos y de separación en las distintas unidades de generación, aumentando la eficiencia de los mismos.

## METODOLOGIA

### Descripción del proceso de generación de BAT y principales Aspectos Ambientales.

Esta Central está integrada por las unidades de generación, la Sub – Estación de Trasmisión “E” en 150 kV, las unidades de Talleres Generales y edificaciones varias destinadas a obradores, depósitos y oficinas. A continuación se presenta un esquema del proceso y el Mapa de Aspectos Ambientales de las unidades de generación.

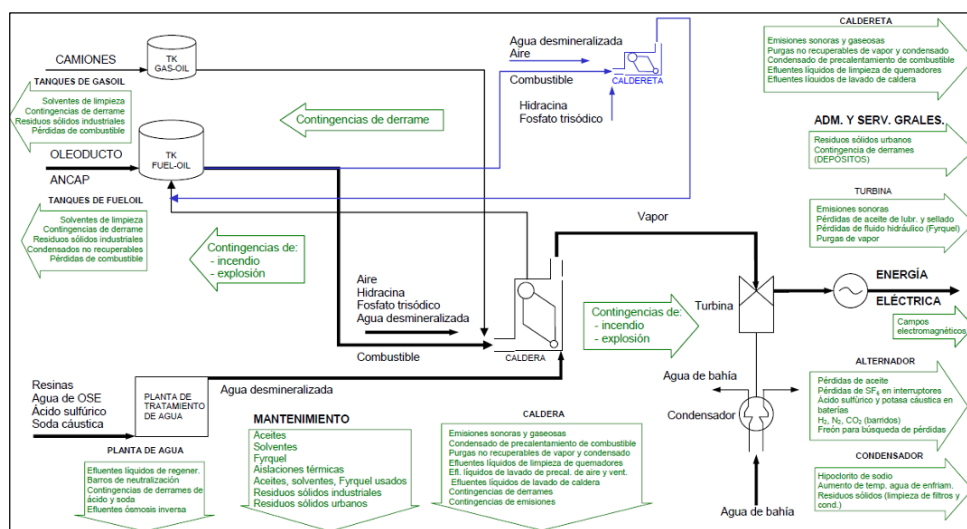


Figura 1 – Mapa de Aspectos Ambientales

### Identificación y descripción de los distintos tipos de efluentes y su tratamiento anterior a las obras.

En el área considerada se generan diferentes tipos de efluentes líquidos: cloacales, pluviales e industriales. Dentro de los efluentes industriales se tienen:

1. **Línea de enfriamiento de unidades de generación:** Agua utilizada para condensar el vapor luego de ser utilizado para la generación de energía en las unidades generadoras 3ª, 4ª, 5ª y 6ª. La toma de agua bruta (aprox 39000m<sup>3</sup>/h) se realiza desde la Bahía, la descarga se produce en el mismo cuerpo receptor pero con mayor temperatura, estimada en 10 grados más que la bruta.

2. **Aguas de Sentina:** Pérdidas de líquidos (agua, aceite, hidrocarburos, etc.) de las unidades generadoras, captadas en unidades inferiores. Dadas las características del efluente no es necesario realizar tratamiento por lo que son directamente vertidos a la bahía a junto con las aguas de enfriamiento.
3. **Separadores API (API 1 y API 2):** Efluentes provenientes del condensado de vapor utilizado para mantener los tanques de combustible, precalentados. Estos efluentes pueden contener trazas de combustible derivados de sus pérdidas en esta zona. El caudal estimado de la API 1 es de 0,2 a 0,5 m<sup>3</sup>/h, el cual es recogido en un pozo de bombeo y elevado hacia la pileta API 2, cuyo caudal se estima en 1 a 5 m<sup>3</sup>/h, el cual es actualmente elevado mediante bombeo hacia el colector D (Gral. Aguilar) que conduce finalmente a la estación de bombeo Arroyo Seco.
4. **Agua pluvial de parque de tanques diarios:** Existe una pileta de separación de hidrocarburos (que funciona sólo como depósito) que reúne los efluentes provenientes de los posibles derrames de fuel-oil y condensados de vapor generados por pérdidas de las tuberías.
5. **Purgas de condensados y de caldera:** Proviene del uso de vapor en el precalentamiento del aire de combustión de cada caldera, el cual se descarga en forma de condensado con una calidad de agua pura y a temperatura de 50-60°C.
6. **Efluente Planta Desmineralizadora:** En la Central Batlle hay dos piletas (interconectadas y con medidores de nivel y pH) para el tratamiento de los efluentes de la regeneración de las líneas de intercambio iónico en la producción de agua desmineralizada y del lavado de precalentadores de aire tipo LJUNGSTROM y ventiladores, (Pileta A de 250 m<sup>3</sup> de capacidad, Pileta B de 600 m<sup>3</sup> de capacidad). El caudal varía desde 20 a 400 m<sup>3</sup> diarios, dependiendo de las necesidades de generación y si se está utilizando la osmosis inversa o la planta de intercambio iónico. El único parámetro a tratar es el pH.
7. **Rechazo osmosis inversa:** La planta de osmosis inversa tiene un efluente que es llamado rechazo de la osmosis y constituye el concentrado de sales como resultado del proceso de desmineralización. Este efluente tiene un pH entre 7 y 8. Su caudal es aproximadamente 20 m<sup>3</sup>/h.
8. **Lavado de pre-calentadores:** Inyección de una solución de soda cáustica a 60-70°C. La cantidad de lavados depende de la generación de cada unidad. En promedio ha habido un lavado por caldera por año, o sea, tres lavados anuales. Cada lavado origina un caudal de 450 m<sup>3</sup> +/- 100 m<sup>3</sup>, pH final = rango 9-11, concentración de sólidos sedimentables final = 10-15%.

**Tabla 1 – Conducciones de vertidos y su tratamiento**

Efluente Bruto	Conducciones de vertido	Tratamiento
Enfriamiento de unidades de generación (5 <sup>a</sup> y 6 <sup>a</sup> ) y (3 <sup>a</sup> y 4 <sup>a</sup> )	A y B	No. Descarga directamente a la Bahía
Agua de Sentina	A	No
Separadores API	G	Si
Agua pluvial parque de tanques diarios	D. Colector rectangular por calle Gral. Aguilar	Si
Purgas de condensados	C. Ovoide de aprox. 700mm de ancho por 1 m de altura. Salida con monitoreo en línea (HC, pH, T)	No
Efluente Planta Desmineralizadora	previa descarga a bahía, ya del canal existe una compuerta manual.	Si (Pileta Neutralización)
Rechazo Osmosis Inversa		No
Lavado de Precalentadores		Si (Pileta Neutralización)
Cloacales y pluviales		No
Cloacales y pluviales	E, G, H. Colectores municipales por las calles: Gral. Luna, Continuación de Entre Ríos, y Calle San Fructuoso respectivamente	No, Vertido directo Bahía. Colectores municipales dentro de BAT
Cloacales y pluviales	F Colector municipal, Calle Santa Fe	Si (pretratamiento punta Carretas IMM).

A continuación se observa un esquema del sistema de colectores cloacales:

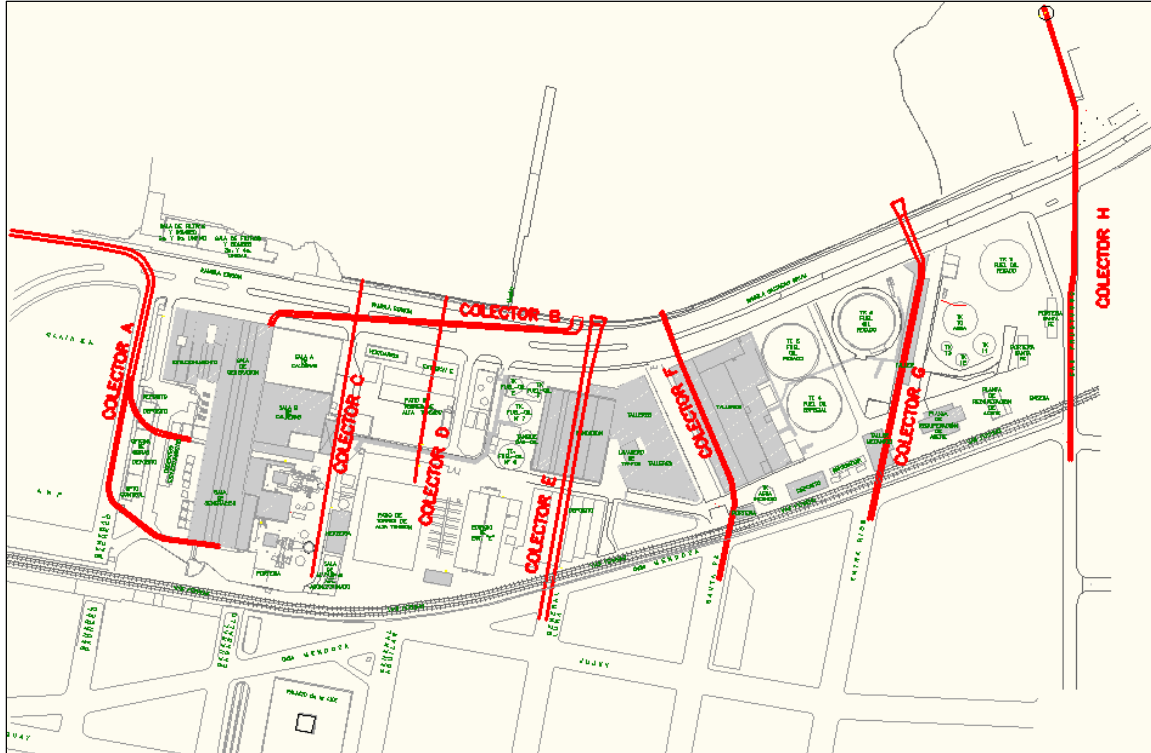


Figura 2 – Esquema de colectores pre-existentes en BAT

### Descripción de los servicios de saneamiento en la zona del predio de CTB

El predio de BAT está ubicado en el área de Saneamiento Arroyo Seco de la Unidad Funcional Paraguay. El caudal del área de Saneamiento Arroyo Seco, que comprende una zona baja contra la Bahía de Montevideo, debe ser bombeado al colector troncal de Paraguay Sur. El caudal del área de Saneamiento Paraguay Sur llega al interceptor costero que lo lleva a la Estación de Bombeo La Cumparsita y de ahí a la Estación de Bombeo Punta Carretas para su disposición final a través del emisario subacuático. El sistema es unitario.

## RESULTADOS

Como resultado se plantea la realización de las obras que se pueden dividir en:

### Sistema de conducción de efluentes cloacales

1. Dos estaciones de bombeo PB1 y PB2. El PB1 recibe el efluente cloacal del colector NA y simplemente lo eleva para ser conducido por el colector NA hacia el PB2. El PB2 recibe el efluente cloacal del PB1, efluentes conducidos por el colector NB, baños del edificio principal, baños de sala, baños ubicados en sala de compresores, y baños de taller de empresa de Operación y Mantenimiento de Motores).



**Figura 3 – PB1 y construcción PB2**

2. Un colector (Colector NA) de Ø 200 y otro interno al predio BAT (Colector NB) de Ø 200. Los dos colectores son interceptados por un pozo de bombeo PB2 y luego el líquido es conducido por otro colector costero (Colector ND) para finalmente conectarse al colector municipal F (Colector municipal Santa Fe), en una cámara con sifón dentro del predio de BAT próxima a la Rambla
3. Un colector paralelo a la calle Mendoza (Colector NF) de Ø200 que se conecta con el colector municipal F (Colector municipal Santa Fe)
4. Relevamiento y Conexiones de todos los nuevos servicios sanitarios y existentes en el predio.



**Figura 4 – Conexión del colector ND al colector municipal F**

**Tabla 2 – Conducciones de vertidos cloacales y su tratamiento actual**

Efluente Bruto	Conducciones de vertido	Destino
Cloacales de oficinas y talleres de la zona entre las calles Gral. Pacheco y Gral. Caraballo. Hacia PB1	<b>NA</b>	PB1, PB2, Colector ND, Colector F (Colector municipal Santa FE). Sistema de Saneamiento Arroyo Seco, IMM.
Cloacales de oficinas y salas de la zona comprendida entre las calles Gral. Caraballo y Gral. Luna	<b>NB</b>	PM2. Colector ND, Colector F (Colector municipal Santa FE). Sistema de Saneamiento Arroyo Seco IMM.
Descarga de PB2 (PB1)	<b>ND</b>	Colector F viejo (Colector municipal Santa FE). Sistema de Saneamiento Arroyo Seco, IMM.
Descarga de Edificio de Depósito. Zona comprendida entre las calles Gral. Luna, Santa Fe y Mendoza.	<b>NF</b>	Vierte a colector F viejo (Colector municipal Santa FE). Sistema de Saneamiento Arroyo Seco, IMM.

A continuación se observa un esquema del sistema actual de colectores cloacales:

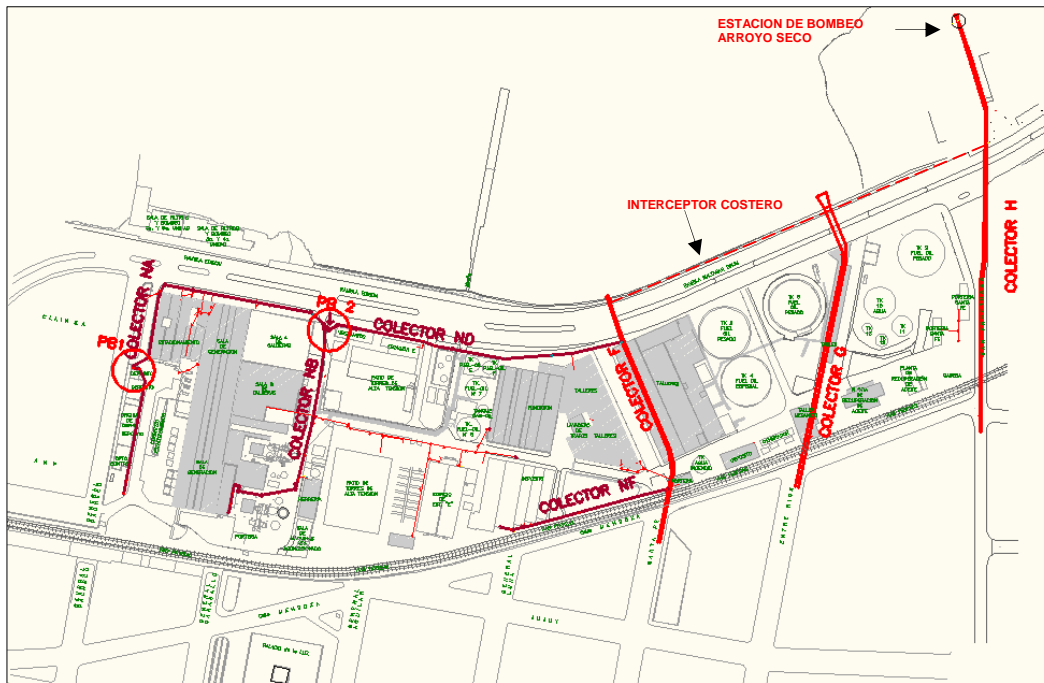


Figura 5 – Esquema del sistema actual de colectores cloacales en BAT

## Sistema de conducción de efluentes industriales

### 1. Sistema Colector NC

**1.1 Construcción de un colector industrial** “Colector NC” sustituye al viejo colector C, recolecta aguas pluviales, efluentes de la Planta desmineralizadora, rechazo de ósmosis inversa, lavado de precalentadores y purgas de calderas de 6ª y 5ª unidad y calentadores de fuel-oil de sala B (3ª y 4ª unidad). El colector está ubicado a lo largo del tramo frente a las calderas 6ta y 5ta, hasta llegar a la cámara de Compuertas. Básicamente está compuesto por tres tramos todos en PVC (primer tramo: 10.6 metros - 3 Ø300 mm, segundo tramo: 29.3 metros - 2 Ø400 mm tercer tramo: 77.2 metros - Ø600 mm)

**1.2 Cámara de Compuertas.** La cámara de compuertas está ubicada aguas abajo del colector NC. Siguiendo el sentido del flujo, en ella se encuentran dos compuertas, la primera accionada de forma manual y la segunda de forma automática. El efluente que es conducido por el Canal Principal, en condiciones normales, pasa por la Cámara de Compuertas y es conducido hacia el Colector “D”, para ser evacuado en la Bahía. En estas condiciones, de cumplimiento de los parámetros de control de efluente, ambas compuertas (AUTOMÁTICA Y MANUAL), permanecen abiertas. Si el sistema de monitoreo continuo detecta alguno de los parámetros fuera de rango se acciona el cierre de la compuerta automática bloqueando la salida a la bahía. El líquido pasa al PBM donde se conduce a su respectivo tratamiento. La compuerta AUTOMÁTICA permanecerá cerrada (no vertido hacia la Bahía) hasta tanto los indicadores registren que los parámetros están dentro de los valores admisibles.



**Figura 6 – Colocación colector NC y construcción de cámara de compuertas**

**1.3 Estación de Bombeo PBM y líneas de impulsión correspondientes.** Está ubicada junto a la cámara de compuertas. Actúa en caso de estar los parámetros del efluente fuera de rango, una vez lleno, el PBM bombea el efluente contaminado a su correspondiente tratamiento. El sistema cuenta con un automatismo en las válvulas que, dependiendo de cuál parámetro esté fuera de rango, hacia que sistema de tratamiento es conducido el efluente. Esto se puede distinguir en la Tabla-4. Correspondiente a esto se instalaron las líneas de impulsión hacia la pileta de neutralización (LI-PN) y PB3 (LI-P3), tuberías de PEAD, Ø160 mm



**Figura 7 – Construcción PBM**

**Tabla 4 – Secuencia del automatismo para el PBM.**

EFLUENTE	ACCIÓN
pH fuera de rango	bombeo hacia pileta de neutralización (LI-PN)
Hidrocarburos fuera de rango	bombeo hacia PB 3(LI-P3) – separadora de HC API Shell (LI-API2)
Temperatura elevada	-actualmente sin acción-
pH e Hidrocarburo fuera de rango	bombeo hacia pileta de neutralización (LI-PN)
pH y Temperatura fuera de rango	bombeo a pileta de neutralización (LI-PN)
Hidrocarburo y Temperatura fuera de rango	bombeo hacia PB 3 (LI-P3)– separadora de HC API Shell (LI-API2)

**1.4 Sistema de muestreo y monitoreo de los efluentes industriales.** En el tramo final del Canal, antes de su descarga en la Cámara de Compuertas, se ubica otra cámara (que antiguamente oficiaba de cambio de dirección del ovoide llamado colector “C”), en la cual existe una instalación de toma de muestras para el monitoreo continuo de los parámetros de control del efluente (pH, Hidrocarburos, Temperatura) previa a su descarga en la Bahía de Montevideo; verificando a cada instante el cumplimiento de los valores establecidos por normativa (Decreto 253/79 y modificativos).

## 2. Readecuación del PB3 y línea de impulsión

Ubicado junto a tanques diarios. Recibe la impulsión del PBM (si el efluente en el Canal Principal está contaminado con combustible), Condensado de tanques (Agua con trazas de combustible), operación Pileta 5ta, alivio del Pozo de Bombeo de la sala de Motores y Pluviales. Se redimensionó el pozo de bombeo existente de acuerdo a los nuevos aportes, se mejoró el sistema de retención de hidrocarburos existente antes del pozo de bombeo. Sumado a esto se redimensionó y sustituyeron tramos en la línea de impulsión de efluentes industriales (LI-API2) hacia la pileta de tratamiento de hidrocarburos API2 (API Shell)



**Figura 9 – Reacondicionamiento PB3 y línea de impulsión**

## 3. Construcción de Estación final de bombeo (PB4)

Ubicado junto a la API2 (final). Este pozo recibe el efluente de la última cámara de la API2 (final) y bombea hacia el Colector “G” – Entre Ríos (LI-CG). Este colector se encuentra bajo el edificio de Ingeniería Civil... Se dimensionó el pozo de bombeo existente de acuerdo a los nuevos aportes, se mejoró el sistema de retención de hidrocarburos existente agregando una cámara más a la API2 (la cámara de bombeo de la API, se dimensionaron y construyeron la línea de impulsión del efluente hacia el colector municipal G.



**Figura 10 – Construcción PB4**



A continuación se observa un esquema del sistema de colectores industriales:

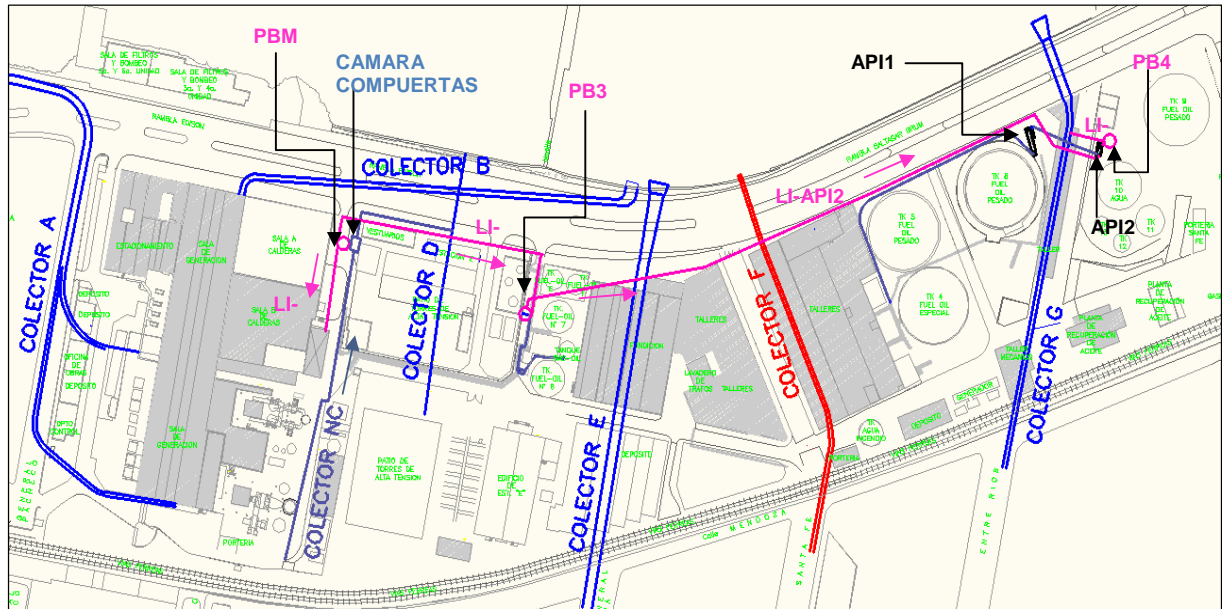


Figura 11 – Esquema del sistema de colectores industriales BAT

Tabla 5 – Conducciones de vertidos actuales y su tratamiento

Efluente Bruto	Conducciones de vertido	Tratamiento
Enfriamiento de unidades de generación	A y B	No
Agua de Sentina	A	No
Separadores API 1	a API 2	Si (API 1)
Separadores API 2 (API Shell)	G	Si (API 2) Vertido a la bahía
Agua pluvial parque de tanques diarios	G	Si PB3- API 2 (Shell)
Purgas de condensados	NC – LI-PD- LI-P3	Dependiendo del rango de pH, y HC, vertido directo a bahía o impulsado a pileta de neutralización o API 1
Efluente Planta Desmineralizadora		
Rechazo Osmosis Inversa		
Lavado de Precaalentadores		
Pluviales		No
Pluviales	E, G, H	No, Vertido directo Bahía
Pluviales	F	Si (pretratamiento punta Carretas IMM)

## **CONCLUSIONES**

Las obras realizadas para derivar las conducciones de efluentes cloacales hacia la red de saneamiento, garantizan ampliamente la situación de las descargas, en cuanto al cumplimiento del Decreto 253/79.

Con respecto al sistema de saneamiento de efluentes industriales se ha automatizado la descarga de efluentes a la Bahía estando en línea con el sistema de monitoreo, asegurando así una respuesta rápida y automática cuando el efluente se encuentra fuera de los rangos aceptables.

La readecuación de los Pozos de Bombeo existentes, el mejoramiento de las líneas de impulsión y la puesta a punto de los sistemas de retención de hidrocarburos, permitirán por un lado el cumplimiento de la normativa para vertido a colector y por otro el mejoramiento de la operativa logrando mas independencia en el funcionamiento del sistema.

### **Acciones Futuras**

En los últimos años se han producido algunos cambios que han afectado la gestión de BAT. La variación en la calidad del combustible utilizado (Fuel-oil), la generación de las diferentes unidades y la logística del combustible, obliga a estar permanentemente mejorando la gestión ambiental de la central.

Por tal motivo se ha iniciado un plan para medición de caudales actuales de los efluentes contaminados con hidrocarburos para así: verificar el buen funcionamiento de los sistemas de tratamiento de los mismos (Piletas API), ajustar las medidas de contención de derrames y aumentar los sistemas de monitoreo en la central.

### **Agradecimientos.**

*Por UTE: Ing. Howard Jurburg, Daniel Oyarzabal y Marcos Lisboa, pertenecientes a Gerencia de Generación Térmica.*

*Por Empresa Constructora: Mario Sánchez, Ingeniero responsable de la obra, y Sr. Berrueta, Capataz de la obra.*

## **REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS**

- 1- Decreto 253/79 y modificaciones.
- 2- Formulario Solicitud de desagüe industrial, Marzo 2008. BAT. UTE
- 3- Informe de puesta en operación (IPO), Junio 2007. BAT. UTE
- 4- Material Gráfico de apoyo del Proyecto Adaptación de las instalaciones de aguas servidas del predio industrial de la Central Térmica José Batlle y Ordoñez
- 5- "Redes de alcantarillado y bombeo de aguas residuales". Metcalf-Eddy, Ingeniería sanitaria. (Editorial Labor, 1994).