

PRIMER ENSAYO DE GASIFICACIÓN SUBTERRÁNEA DE CARBÓN EN EL MARCO DE UNA COLABORACIÓN COMUNITARIA

CONTRATOS N°: SF - 369/91 - ES/BE/UK
N°: SF - 543/92 - ES/BE/UK

INFORME TÉCNICO ENERO 1996 - JUNIO 1996

Grupo Directivo

A. BAILEY (DIRECTOR)

A. OBIS (DIRECTOR ADJUNTO - OPERACIONES)

M. MOSTADE (DIRECTOR ADJUNTO - TÉCNICO)

Underground Gasification Europe. (UGE), A.E.I.E.

Calle Hermanos Nadal, 27 - 1º
44550 Alcorisa (Teruel), España

ÍNDICE

- Resumen
- 1. Introducción
- 2. Equipamiento de los Pozos
 - 2.1 ET5 (Fase 2), ET4 y ET6
- 3. Equipamiento de la Planta de Superficie
 - 3.1 Aprovisionamiento de Equipos
 - 3.2 Construcción Mecánica/Líneas
 - 3.3 Estudio de Riesgos y Puesta en Servicio
 - 3.4 Tubo Continuo Enrollado
 - 3.5 Unidad de Análisis del Gas Producto
- 4. Programa de Control Ambiental
- 5. Análisis del Proceso y Modelización
- 6. Programa de Apoyo/Colaboración
- 7. Dirección del Proyecto
 - 7.1 Autorizaciones y Legalizaciones
 - 7.2 Administración
 - 7.3 Problemas/Dificultades
 - 7.4 Cambios en la Estrategia Técnica
 - 7.5 Próximos Trabajos
 - 7.6 Grupo Europeo de Trabajo
 - 7.7 Conferencias, Publicaciones e Informes

Resumen

La actividad, en cuanto a pozos se refiere, durante el periodo comprendido por este informe fue el equipamiento del pozo de producción [RW(ET5)] (Fase 2), y de los pozos de inyección [IW1(ET4)] y [IW2(ET6)]. Se detectó un defecto importante en los tubos de 1,66" durante su instalación en los pozos siendo necesario efectuar modificaciones en los mismos, lo que produjo un importante retraso en las operaciones.

La principal actividad durante este periodo fue la construcción de la planta de superficie. A pesar de que los trabajos estaban muy avanzados a finales de junio de 1996, algunas omisiones y errores en el aprovisionamiento de materiales por parte del contratista (AUXIMET), deficiencias en recursos de soldadura y falta de homologaciones de los soldadores, e incertidumbre en los procedimientos de instalación de los componentes en aleaciones especiales fueron la causa de un serio retraso en la construcción de la planta. Al final del periodo de este informe, las labores en la planta de superficie estaban casi detenidas en espera de la entrega de repuesto para las válvulas de compuerta instaladas en la línea de producción, y que no pasaron las pruebas hidráulicas al no cumplir las especificaciones pedidas, y de una solución para lograr conexiones estancas para las válvulas pequeñas de las unidades de distribución de agua próximas a las cabezas de los pozos.

Se firmó un contrato para la instalación de la instrumentación con la compañía DENION CONTROL Y SISTEMAS en enero de 1996. Estos trabajos, junto con el montaje eléctrico (EDASA) estaban prácticamente terminados a finales de junio de 1996, quedando pendientes algunas labores hasta la finalización del montaje mecánico de las líneas.

La Unidad de Análisis del Gas Producto se recibió a principios de marzo, dejándose también las conexiones finales para el momento de conclusión del montaje mecánico de las líneas.

Con respecto al programa de apoyo y colaboración, se mantuvo una reunión con T.U. DELFT en febrero de 1996 para la presentación de los resultados de su trabajo de modelización y la discusión sobre el uso de los modelos en el ensayo de EL TREMEDAL. Se acordó la transferencia de los programas a UGE.

1. INTRODUCCIÓN

Este es el noveno informe técnico del proyecto de Gasificación Subterránea de Carbón que se está llevando a cabo en el norte de la provincia de Teruel en España, bajo los auspicios del programa THERMIE de la Comunidad Europea.

Al comienzo del periodo comprendido por este informe el reacondicionamiento y la primera fase de equipamiento (Fase 1) del pozo ET5 había sido terminada, sin embargo el equipamiento de ET4, ET5 (Fase 2) y ET6 había sido demorado debido a los largos plazos de entrega de los

materiales necesarios. Estas operaciones de equipamiento fueron pospuestas hasta febrero de 1996.

El montaje mecánico por parte de AUXIMET había comenzado a mediados de octubre y su finalización estaba prevista para finales de febrero de 1996; el montaje eléctrico (EDASA) había comenzado en diciembre de 1995.

Este informe describe la evolución de los trabajos tanto en los pozos como en superficie durante el periodo comprendido entre enero y junio de 1996. La falta de operatividad de la compañía encargada del montaje mecánico de las líneas y sus deficiencias en el aprovisionamiento de materiales provocaron importantes retrasos en la construcción, de manera que a finales de junio de 1996 las operaciones llevaban 4 meses de retraso (sobre el periodo inicial estimado de la obra de 4,5 meses) y todavía no estaban completas.

2. EQUIPAMIENTO DE LOS POZOS

2.1 ET5 (FASE 2), ET4 Y ET6

Estos equipamientos comprendían la instalación de tuberías y quemadores en el pozo de producción [RW(ET5)] y en los de inyección [IW1(ET4)] y [IW2(ET6)], y fueron llevados a cabo en enero de 1996 utilizando una estructura de entubaciones fabricada en un taller local. Después de haberse instalado la tubería de 1,66" en [RW(ET5)], y durante la colocación de ésta misma en [IW1(ET4)] se detectó un defecto en los manguitos de la tubería, tomándose la decisión de soldarlos a la tubería durante la instalación en los pozos ET4 y ET6.

Por razones de confianza fue decidido igualmente sacar la tubería de 1,66", ya instalada en ET5, para después de ser soldados los manguitos volver a colocarla. Durante el desmantelamiento la pieza soporte de la tubería y una sección de la cabeza de pozo se dañaron, por lo que fue necesario enviarlas a MALBRANQUE para su reparación. La sección de cabeza de pozo fue repasada interiormente para eliminar las incisiones producidas y la pieza soporte fue equipada con un nuevo anillo de sellado redimensionado; asimismo se manufacturaron flejes para la fijación de la instrumentación y los macarrones al tubo, y finalmente la tubería de 1,66" fue definitivamente instalada en abril de 1996.

Los Cuadros I al IV recogen los listados de las tuberías de 4 1/2" instalada en [RW(ET5)], y de las tuberías de 1,66" instaladas en los tres pozos de proceso. Las tuberías pequeñas incluyen los quemadores que serán utilizados en las fases 4, 5 y 8 del proceso, descritas en el tercer informe técnico de UGE que cubre el periodo de enero a junio de 1993. Las configuraciones de los quemadores es idéntica a la de los utilizados en Thulin (Bélgica), y se muestra en las Figuras 1 y 2.

3. EQUIPAMIENTO DE LA PLANTA DE SUPERFICIE

3.1 APROVISIONAMIENTO DE EQUIPOS

Los equipos pendientes se recibieron en las siguientes fechas:

Intercambiadores de calor	AGUILAR Y SALAS	enero 1996
Unidades de distribución de O ₂ y N ₂	MASA	enero 1996
Válvulas de descompresión (2 ^a etapa)	ITT	marzo 1996
Válvulas comp. línea de producción	AUXIMET	marzo 1996
Válvulas de descompresión (1 ^a etapa)	MALBRANQUE	abril 1996
Secciones de línea en aleaciones esp.	AUXIMET	mayo 1996
Unidad de análisis del gas producto	DENION	marzo 1996

Las válvulas de compuerta para las líneas de producción suministradas por el contratista (AUXIMET) no cumplían las especificaciones y, para minimizar los retrasos, los reemplazos fueron encargados directamente por UGE a la compañía MALBRANQUE, estando prevista la entrega para finales de julio de 1996. Las nuevas válvulas presentan una distancia entre bridas diferente por lo que su instalación requiere efectuar modificaciones en las líneas, con la consiguiente demora en el plan de puesta en servicio de la planta y fases de operación.

3.2 CONSTRUCCIÓN MECÁNICA/LÍNEAS

Las construcciones mecánica, eléctrica y de instrumentación fueron las principales actividades durante el periodo comprendido por este informe. Se hicieron progresos en las tres construcciones, aunque la parte mecánica/líneas sufrió importantes retrasos afectando al desarrollo de las otras dos actividades que dependen de ésta.

Se experimentaron importantes fallos en los servicios suministrados por el contratista (AUXIMET) para la construcción mecánica de líneas. Se descubrieron omisiones y fallos en su programa de aprovisionamiento, siendo los más importantes la realización de los pedidos de los componentes en aleaciones especiales con un tiempo de entrega dilatado y el suministro de las válvulas de compuerta para las líneas de proceso fuera de las especificaciones.

Otro problema experimentado por AUXIMET fue la falta de estanqueidad de las conexiones de las válvulas de 1" y 1/2" de las unidades de distribución de agua a los pozos. A final del periodo de este informe estaba en marcha la investigación de las causas de este problema, intuyéndose inicialmente que la causa es la falta de ajuste con el estándar de las roscas NPT de las válvulas de Redfluid.

Asimismo se observó una omisión por parte de la ingeniería SERELAND en el cálculo de esfuerzos de la línea de producción que hizo necesaria la reconstrucción de la misma introduciendo una lira de expansión.

La compañía suministradora de la caldera de vapor (GEVAL) se puso en liquidación, por lo que se entró en negociaciones con una compañía que aceptó las obligaciones contractuales de GEVAL, principalmente en lo concerniente a la puesta en servicio y mantenimiento de la unidad.

El contratista para el montaje eléctrico (EDASA) finalizó los trabajos exceptuando las conexiones de los equipos pendientes de suministro o instalación por parte del contratista del montaje mecánico. El contrato para la instrumentación se firmó con DUMEZ COPIA en febrero y también estaba ya prácticamente concluido con las mismas excepciones que el eléctrico.

Se recibió el informe final de la Ingeniería de Detalle de la Planta de Superficie elaborado por SERELAND, incluyendo los diagramas de proceso e instrumentación (P&ID) de la planta. SERELAND también produjo un "Manual de Operaciones", siendo éste simplemente una recopilación de las instrucciones de operación de las unidades paquete facilitados por los diversos fabricantes y suministradores.

3.3 ESTUDIO DE RIESGOS Y PUESTA EN SERVICIO

La compañía TECSA IBÉRICA fue la encargada de la elaboración de un Estudio de Riesgos en mayo de 1996. En junio se recibió un informe preliminar que recomendaba la instalación de algunas válvulas adicionales y alarmas, quedando pendiente la implementación de las recomendaciones hasta la entrega del informe final prevista para principios de julio.

La puesta en servicio de equipos en la planta comenzó en febrero con la conexión del transformador eléctrico, tablero de baja tensión, iluminación y grupo de emergencia. El equipo contraincendios (bombas, conducciones y bocas de incendio equipadas), y las líneas de distribución de agua de planta, propano y aire de instrumentación fueron probados. La puesta en servicio de las unidades continuará en paralelo con la construcción mecánica.

La prepuesta en servicio en campo de la Unidad de Control y Adquisición de Datos fue completada, incluyendo la conexión vía módem con la estación de trabajo situada en las oficinas de UGE.

Aunque la realización de la prepuesta en servicio de las unidades paquete con anterioridad a la finalización de la construcción mecánica podría evitar futuros retrasos al identificarse de antemano posibles fallos, la presencia de propano en las líneas próximas a las zonas donde se está soldando etc., preocupaban desde el punto de vista de la seguridad, por lo que se desestimó esta posibilidad.

La finalización y puesta en servicio de la planta está prevista para septiembre de 1996, sin considerar la posibilidad de futuros retrasos en aprovisionamiento y construcción.

3.4 TUBO CONTINUO ENROLLADO

Tras los lentos progresos iniciales, se firmó un contrato con DOWELL SCHLUMBERGER en mayo de 1996 para el diseño, aprovisionamiento de equipos y construcción de la unidad del tubo continuo para el pozo de inyección [IW1(ET4)].

A finales de junio de 1996 el diseño estaba completo, el tubo continuo construido y los equipos especiales en proceso de fabricación. DOWELL estaba informada del posible retraso en la puesta en marcha de la planta, y la finalización de la unidad está prevista para finales de julio de 1996. Los costes de alquiler comenzarán a hacerse efectivos a partir de la fecha de la finalización de la unidad.

3.5 UNIDAD DE ANÁLISIS DEL GAS PRODUCTO/MUESTREO DE PARTÍCULAS

La Unidad de Análisis de Gas Producto fue recibida el 6 de marzo de 1996. Las conexiones de la unidad con las líneas de servicio están realizadas con excepción de los elementos finales pendientes de la finalización de la construcción mecánica de las líneas.

T.U. DELFT ofreció a UGE un sistema de muestreo de partículas que había sido construido para el ensayo de Thulin, pero que finalmente no fue utilizado. Desde su construcción, la unidad de muestreo de Delft había sido canibalizada para utilizar sus partes en otros proyectos. Después de un minucioso asesoramiento se decidió no incorporar esta unidad a la planta de EL TREMEDAL, dado el estado de la construcción de la planta y la extensión de trabajos que requería la instalación de dicha unidad.

El muestreo de partículas se verá restringido a la recuperación de materias sólidas en los filtros y ciclones utilizados para la limpieza del gas previa a su análisis.

4. PROGRAMA DE CONTROL AMBIENTAL

En este momento está en marcha un programa de control ambiental para la detección de posibles interacciones entre el ensayo de EL TREMEDAL y los acuíferos en este área.

Este programa se detalla en el Anexo 1 de este informe. Actualmente se está llevando a cabo la monitorización de los niveles de agua en tres pozos (Saso, Tremedal Nuevo y Tremedal Viejo).

5. ANÁLISIS DEL PROCESO Y MODELIZACIÓN

UGE escribió un programa para el análisis del balance de masas y energía que fue instalado en sus ordenadores. Asimismo se elaboró un manual que

describe los conceptos manejados y la estructura del programa, junto con las instrucciones para el usuario.

Los siguientes programas se recibieron de I.D.G.S.:

- Interpretación de los ensayos con trazadores
- Modelo de equilibrio de dos cajas
- Equilibrio líquido-vapor
- Simulación del pozo de producción

Los programas se acompañaron de una breve documentación técnica, pero no de manuales para usuarios y programadores. El personal de UGE preparó manuales completos para los tres primeros programas, además estos programas fueron instalados en los ordenadores de UGE.

6. PROGRAMA DE APOYO/COLABORACIÓN

A mediados de febrero de 1996 se celebró una reunión con personal de T.U. DELFT para la presentación de los resultados de los trabajos de modelización y su utilización para la interpretación de los datos obtenidos en el ensayo. Los trabajos están finalizados y T.U. DELFT facilitará a UGE los programas desarrollados para ser utilizados en Alcorisa.

7. DIRECCIÓN DEL PROYECTO

7.1 AUTORIZACIONES Y LEGALIZACIONES

En junio de 1996 se envió a la DGA una solicitud para la producción de agua sucia durante la limpieza de la cavidad después de la gasificación y su transporte, esperándose su aprobación para septiembre de 1996.

Asimismo se tramitó la solicitud de legalización de la unidad de propano (LPG), y ya fue recibida. La legalización de la línea de gas propano está todavía pendiente. La legalización de las otras unidades como la caldera de vapor, instalación eléctrica, unidad criogénica, incinerador y antorcha será solicitada después de la finalización de la construcción de líneas, junto con la pertinente autorización de la construcción.

7.2 ADMINISTRACIÓN

Durante el periodo de este informe se recibió una renuncia:
ÁLVARO BLASCO VALENTI (Ingeniero) - renuncia el 23 de abril de 1996.

Durante el periodo de este informe se realizaron dos incorporaciones:
JOSÉ LUIS CONCHELLO BEL (Ingeniero) - contratado el 25 de marzo de 1996.

ALFONSO HIDALGO BAU (Ingeniero) - contratado el 26 de junio de 1996.

7.3 PROBLEMAS Y DIFICULTADES

Los problemas más importantes fueron debidos al deficiente servicio dado por la compañía encargada del montaje mecánico de las líneas AUXIMET. Se detectaron omisiones y fallos en su programa de aprovisionamiento de materiales, se entregaron e instalaron componentes fuera de especificación que posteriormente debieron ser reemplazados, y se experimentaron problemas de estanqueidad en las conexiones de las válvulas de las unidades de distribución de agua en los pozos.

Se espera para finales de julio de 1996 la entrega de 22 válvulas de compuerta para reemplazar las válvulas suministradas fuera de especificación, estando prevista su instalación para agosto. Se ha pedido una solución a los problemas de estanqueidad en las unidades de distribución de agua al fabricante de las válvulas.

7.4 CAMBIOS EN LA ESTRATEGIA TÉCNICA

No se produjo ninguno durante el periodo cubierto por este informe.

7.5 PRÓXIMOS TRABAJOS

Los trabajos pendientes para la conclusión de la construcción de las líneas comprenden la instalación de las válvulas reemplazadas en las líneas de producción y buscar una solución a los problemas de la falta de estanqueidad en las conexiones de las válvulas de las unidades de distribución de agua. Una vez finalizada la construcción mecánica se podrán llevar a cabo las últimas conexiones eléctricas y de instrumentación, y la unidad del tubo continuo enrollado podrá ser traída e instalada en el pozo de inyección [IW1(ET4)].

7.6 GRUPO EUROPEO DE TRABAJO

Se presentó a la Comisión de la Comunidad Europea (CEC) una propuesta conjunta (UGE y NOVEM) para solicitar ayudas dentro del programa THERMIE "B" de la Unión Europea. El objetivo de la propuesta era reconstituir el "Grupo de Trabajo Europeo" para el Gasificación Subterránea de Carbón, para dar a conocer los resultados del ensayo de EL TREMEDAL y formular una propuesta para un segundo ensayo dentro del programa Europeo de Gasificación Subterránea de Carbón. El coste estimado de este trabajo era de 334.000 ECU para un periodo de 18 meses a partir del 1 de mayo de 1996.

La Comisión de la Comunidad Europea (CEC) indicó la necesidad de la cofinanciación, pero no se alcanzó el consenso entre los proponentes sobre la capacidad para dicha cofinanciación.

7.7 CONFERENCIAS, PUBLICACIONES E INFORMES

IDGS Programmes - Installation Guide, Informe interno de UGE 123/IN/96/E, F. Adrián, febrero de 1996.

Detailed Engineering Design - Phase 2, Final Report (including P&ID' s), SERELAND, Informe de Contratistas N° 78, marzo de 1996.

Inspección del Sondeo "El Tremedal Nuevo", Testificación Geofísica, CGS, Informe de Contratistas N° 75, abril de 1996.

Estimation of Thermal Expansion of Production Well, Informe interno de UGE 128/IN/96/E, A. Herrero, mayo de 1996.

Simplified Mass and Energy Balance, Informe interno de UGE 135/IN/96/E, A. Herrero y J.L. Arranz, junio de 1996.

Tracer Test Interpretation, Numerical Model, Informe interno de UGE 133/IN/96/E, A. Herrero, junio de 1996.

I.D.G.S. Two Box Model, Reference Manual, Informe interno de UGE 136/IN/96/E, J.L. Arranz, junio de 1996.

Liquid - Vapour Equilibria, Calculations Program, Informe interno de UGE 134/IN/96/E, F. Adrián, junio de 1996.

Operations Manual for Package Units, SERELAND, Informe de Contratistas N° 79, abril de 1996.

Pre-Hazop Report, TECSA IBÉRICA, Informe de Contratistas N° 77, junio de 1996.

ANEXO 1

PROGRAMA DE CONTROL AMBIENTAL

El objetivo del programa de control ambiental es detectar posibles interacciones entre el ensayo de Gasificación Subterránea de Carbón en "El Tremedal" y los acuíferos de la zona, principalmente aquellos utilizados actualmente para el abastecimiento de agua.

Las actividades serán las siguientes:

Control Hidroquímico. Se controlarán en la zona cinco puntos acuíferos, con diferente periodicidad.

- Pozo de abastecimiento de agua de Alcorisa
- Manantial de abastecimiento de agua de Foz-Calanda
- Pozo de abastecimiento de agua de Foz-Calanda
- Manantial del Regatillo
- Pozo "El Tremedal Nuevo"

Los tres primeros puntos serán muestreados por el ITGE y los dos restantes por UGE.

Se medirán los siguientes parámetros: calcio, magnesio, sodio, potasio, bicarbonatos, sulfatos, cloruros, nitratos, Carbono Orgánico Total (COT), fenoles, boro, amoníaco, pH, alcalinidad, Demanda Química de Oxígeno (DQO), conductividad, Total de Sólidos Disueltos (TSD) y CO₂ disuelto. De todos ellos, pH, alcalinidad, conductividad y CO₂ disuelto serán medidos "in situ".

Control Piezométrico. El aumento del nivel piezométrico es el indicador más efectivo de una posible migración de gas desde el reactor, de aquí el interés de esta actividad.

De todas maneras, teniendo en cuenta la larga distancia entre los piezómetros y el reactor, no se esperan importantes cambios de nivel piezométrico.

Se medirán cuatro puntos:

- Pozo "El Tremedal Viejo"
- Pozo "El Tremedal Nuevo"
- Pozo "El Saso"
- Piezómetro de "El Tremedal Nuevo"

El programa de control comprende las siguientes etapas:

- Preparación y equipamiento de los puntos de control
- Caracterización previa al ensayo
- Fase de operación
- Fase postoperación

PREPARACIÓN Y EQUIPAMIENTO DE LOS PUNTOS DE CONTROL

Para realizar el control piezométrico se instalarán limnógrafos en los pozos "El Tremedal Viejo" y "El Tremedal Nuevo". El muestreo en el pozo "El Tremedal Nuevo" puede ocasionar la incapacidad para llevar a cabo el control piezométrico en el mismo, debido a los bajos valores de permeabilidad y transmisividad obtenidos en este pozo. Si esta interferencia se demuestra se consideraría la instalación de un limnógrafo en el pozo "El Tremedal Viejo", a pesar de lo remoto de su posición.

El control hidroquímico en el pozo "El Tremedal Nuevo" se efectuará por medio de una bomba sumergible, desplazando tres veces el volumen del pozo antes de cada muestreo.

CARACTERIZACIÓN PREVIA

El objetivo es caracterizar los alrededores del emplazamiento del ensayo estableciendo la condición inicial de los parámetros a medir, para su posterior control.

Control Hidroquímico

- Caracterización hidroquímica de cinco muestras tomadas en los cinco puntos previstos.

Control Piezométrico

- Control piezométrico continuo del pozo equipado con limnógrafo, y control diario del resto de los puntos seleccionados, comenzando las medidas un mes antes del comienzo del ensayo de gasificación.

FASE DE OPERACIÓN

La duración estimada es de 3-6 meses. Las actividades previstas son:

Control Hidroquímico

- Control semanal "in-situ" del pH y conductividad de los puntos de control.
- Análisis hidroquímico completo mensual.

Si apareciera alguna anomalía el control se haría semanalmente hasta la desaparición de la misma.

Control Piezométrico

- Diario (o continuo) de los cuatro puntos.

FASE POSTOPERACIÓN

Se extenderá por un periodo de cinco años a partir del final del ensayo. Las actividades serán:

Control Hidroquímico

- Control semanal del pH y conductividad durante el primer cuatrimestre después de las operaciones.
- Análisis completo mensual durante el primer cuatrimestre, y cuatrimestral hasta el final del periodo de 5 años.

Control Piezométrico

- Diario (o continuo) durante el primer cuatrimestre.
- Mensual durante un año.

SITUACIÓN DE LOS PUNTOS DE MUESTREO

- **Pozo "El Tremedal Nuevo"**. Se llevó a cabo una campaña de testificación geofísica en este pozo, además de un ensayo de descensos y otro de bombeo. El pozo parece encontrarse en buenas condiciones para realizar el muestreo de las arenas del Albiense situadas a techo de la capa de carbón, aunque este muestreo hará imposible el control piezométrico continuo debido a la baja permeabilidad y transmisividad del acuífero (el tiempo de recuperación después de un bombeo es del orden de una semana).
- **Pozo de abastecimiento de agua de Alcorisa**. El muestreo en este punto será realizado por el ITGE dentro del proyecto EBRO.

N°	Component and Ref. N°	Length (m)	Depth (m) rel. G.L.
1	HR 160 - a	10,170	576,709
2	HR 160 - b	10,165	566,539
3	HR 160 - c	10,175	556,374
4	Inc 625 - 51	5,429	546,199
5	Inc 625 - 46	5,814	540,770
6	Inc 625 - 48	5,003	534,956
7	Inc 625 - 45	4,753	529,953
8	Inc 625 - 49	5,090	525,200
9	Inc 625 - 47	5,580	520,110
10	Inc 625 - 50	5,468	514,530
11	Inc 625 - 44	5,363	509,062
12	VS 28 - 43	11,367	503,699
13	VS 28 - 41	6,804	492,332
14	VS 28 - 16	12,167	485,528
15	VS 28 - 19	11,129	473,361
16	VS 28 - 18	12,030	462,232
17	VS 28 - 20	11,993	450,202
18	VS 28 - 17	12,206	438,209
19	VS 28 - 21	12,137	426,003
20	VS 28 - 29	12,301	413,866
21	VS 28 - 25	12,001	401,565
22	VS 28 - 26	12,110	389,564
23	VS 28 - 23	11,978	377,454
24	VS 28 - 24	11,981	365,476
25	VS 28 - 27	11,944	353,495
26	VS 28 - 28	12,144	341,551
27	VS 28 - 22	11,963	329,407
28	VS 28 - 30	11,993	317,444
29	VS 28 - 35	12,015	305,451
30	VS 28 - 32	11,906	293,436
31	VS 28 - 34	11,890	281,530
32	VS 28 - 31	12,289	269,640
33	VS 28 - 33	11,826	257,351
34	VS 28 - 38	11,810	245,525
35	VS 28 - 39	11,941	233,715
36	VS 28 - 37	11,633	221,774
37	VS 28 - 40	11,307	210,141
38	VS 28 - 36	12,097	198,834
39	VS 28 - 1	11,488	186,737
40	VS 28 - 5	12,359	175,249
41	VS 28 - 9	11,924	162,890
42	VS 28 - 4	11,208	150,966
43	VS 28 - 3	11,538	139,758
44	VS 28 - 6	11,511	128,220
45	VS 28 - 10	11,785	116,709
46	VS 28 - 7	11,876	104,924

**Table I . 4 1/2" Tubing String of ET5
(Depth relative to Ground Level)**

Quadro I . Listado de la Tuberia de 4 1/2" de ET5.
(Profundidad relativa al Nivel del Suelo)

N°	Component and Ref. N°	Length (m)	Depth (m) rel. G.L.
47	VS 28 - 8	11,698	93,048
48	VS 28 - 13	10,853	81,350
49	VS 28 - 2	11,941	70,497
50	VS 28 - 14	11,911	58,556
51	VS 28 - 15	11,780	46,645
52	VS 28 - 12	12,122	34,865
53	VS 28 - 11	12,063	22,743
54	VS 28 - 42 pin x pin Hanger	11,860	10,680
Table I (cont) . 4 1/2" Tubing String of ET5 (Depth relative to Ground Level)			

Idem.

Id. cuadro I

Nº	Component and Ref. Nº	Length (m)	Depth (m) rel. G.L.
1	HR160 - a	9,93	578,86
2	HR160 - b	9,89	568,93
3	HR160 - c	9,91	559,04
4	HG3 - 1	9,81	549,13
5	HG3 - 2	11,04	539,32
6	HG3 - 3	9,94	528,28
7	HG3 - 4	9,64	518,34
8	HG3 - 5	9,61	508,70
9	HG3 - 6	9,84	499,09
10	HG3 - 7	9,20	489,25
11	HG3 - 8	9,48	480,05
12	HG3 - 9	9,23	470,57
13	HG3 - 10	10,87	461,34
14	HG3 - 11	9,31	450,47
15	HG3 - 12	10,82	441,16
16	HG3 - 13	11,04	430,34
17	HG3 - 14	11,19	419,30
18	HG3 - 15	10,50	408,11
19	HG3 - 16	9,28	397,61
20	HG3 - 17	11,04	388,33
21	HG3 - 18	10,98	377,29
22	HG3 - 19	11,01	366,31
23	HG3 - 20	9,59	355,30
24	HG3 - 21	10,17	345,71
25	HG3 - 22	9,86	335,54
26	HG3 - 23	10,08	325,68
27	HG3 - 24	9,56	315,60
28	HG3 - 25	9,78	306,04
29	HG3 - 26	11,15	296,26
30	HG3 - 27	10,27	285,11
31	HG3 - 28	10,51	274,84
32	HG3 - 29	9,38	264,33
33	HG3 - 30	10,42	254,95
34	HG3 - 31	10,76	244,53
35	HG3 - 32	10,35	233,77
36	HG3 - 33	10,36	223,42
37	HG3 - 34	10,57	213,06
38	HG3 - 35	10,61	202,49
39	HG3 - 36	9,26	191,88
40	HG3 - 37	9,18	182,62
41	HG3 - 38	10,60	173,44
42	HG3 - 39	10,16	162,84
43	HG3 - 40	10,95	152,68
44	HG3 - 41	11,00	141,73
45	HG3 - 42	10,64	130,73

**Table II . 1.66" Tubing String of ET5
(Depth relative to Ground Level)**

*Listado de la Tuberia de 1.66" de ET5
(idem cuadro I)*

N°	Component and Ref. N°	Length (m)	Depth (m) rel. G.L.
46	HG3 - 43	9,99	120,09
47	HG3 - 44	11,04	110,10
48	HG3 - 45	10,93	99,06
49	HG3 - 46	10,21	88,13
50	HG3 - 47	10,99	77,92
51	HG3 - 48	10,30	66,93
52	HG3 - 49	10,67	56,63
53	HG3 - 50	11,12	45,96
54	HG3 - 51	10,55	34,84
55	HG3 - 52	9,99	24,29
56	HG3 - 53	8,30	14,30
57	HG3 - 54 pin x pin Hanger	7,87	6,00 -1,87
Table II (cont) . 1.66" Tubing String of ET5 (Depth relative to Ground Level)			

idm.

id.

Nº	Component and Ref. Nº	Length (m)	Cum. Length (m)
1	HG 3 - Burner	11,24	11,24
2	TP 316 1	10,81	22,05
3	TP 316 2	9,84	31,89
4	TP 316 3	9,82	41,71
5	TP 316 4	9,78	51,49
6	TP 316 5	10,31	61,80
7	TP 316 6	10,73	72,53
8	TP 316 7	10,03	82,56
9	TP 316 8	10,34	92,90
10	TP 316 9	10,29	103,19
11	TP 316 10	10,27	113,46
12	TP 316 11	10,26	123,72
13	TP 316 12	9,82	133,54
14	TP 316 13	10,34	143,88
15	TP 316 14	10,82	154,70
16	TP 316 15	9,94	164,64
17	TP 316 16	9,77	174,41
18	TP 316 17	9,53	183,94
19	TP 316 18	10,36	194,30
20	TP 316 19	9,66	203,96
21	TP 316 20	9,80	213,76
22	TP 316 21	9,75	223,51
23	TP 316 22	10,81	234,32
24	TP 316 23	10,71	245,03
25	TP 316 24	10,70	255,73
26	TP 316 25	9,67	265,40
27	TP 316 26	9,56	274,96
28	TP 316 27	10,89	285,85
29	TP 316 28	10,22	296,07
30	TP 316 29	10,79	306,86
31	TP 316 30	10,68	317,54
32	TP 316 49	9,30	326,84
33	TP 316 32	10,27	337,11
34	TP 316 33	10,10	347,21
35	TP 316 34	9,97	357,18
36	TP 316 35	10,11	367,29
37	TP 316 36	9,75	377,04
38	TP 316 37	10,03	387,07
39	TP 316 38	10,24	397,31
40	TP 316 50	10,10	407,41
41	TP 316 40	9,76	417,17
42	TP 316 41	9,77	426,94
43	TP 316 42	10,00	436,94
44	TP 316 43	9,79	446,73
45	TP 316 44	9,77	456,50

Table III . 1.66" Tubing String of ET4

Lista de tuberías de 1.66" de ET4

N°	Component and Ref. N°	Length (m)	Cum. Length (m)
46	TP 316 45	9,96	466,46
47	TP 316 46	10,21	476,67
48	TP 316 52	9,79	486,46
49	TP 316 53	9,97	496,43
Table III (cont) . 1.66" Tubing String of ET4			

id.

id.

Nº	Component and Ref. Nº	Length (m)	Depth (m) rel. G.L.
1	HG 3 - Burner	10,03	544,63
2	TP 316 1	10,81	534,60
3	TP 316 2	10,37	523,79
4	TP 316 3	10,01	513,42
5	TP 316 4	10,15	503,41
6	TP 316 5	10,12	493,26
7	TP 316 6	10,27	483,14
8	TP 316 7	10,92	472,87
9	TP 316 8	10,02	461,95
10	TP 316 9	10,11	451,93
11	TP 316 10	10,29	441,82
12	TP 316 11	10,44	431,53
13	TP 316 12	10,32	421,09
14	TP 316 13	10,34	410,77
15	TP 316 14	11,09	400,43
16	TP 316 15	10,82	389,34
17	TP 316 16	11,22	378,52
18	TP 316 17	11,56	367,30
19	TP 316 18	10,78	355,74
20	TP 316 19	10,89	344,96
21	TP 316 20	10,83	334,07
22	TP 316 21	11,13	323,24
23	TP 316 22	11,23	312,11
24	TP 316 23	10,89	300,88
25	TP 316 24	11,05	289,99
26	TP 316 25	10,63	278,94
27	TP 316 26	10,41	268,31
28	TP 316 27	10,71	257,90
29	TP 316 28	10,42	247,19
30	TP 316 29	10,88	236,77
31	TP 316 30	10,46	225,89
32	TP 316 31	10,29	215,43
33	TP 316 32	10,37	205,14
34	TP 316 33	10,26	194,77
35	TP 316 34	10,26	184,51
36	TP 316 35	10,78	174,25
37	TP 316 36	10,95	163,47
38	TP 316 37	11,09	152,52
39	TP 316 38	10,21	141,43
40	TP 316 39	10,07	131,22
41	TP 316 40	11,36	121,15
42	TP 316 41	10,15	109,79
43	TP 316 42	10,39	99,64
44	TP 316 43	9,91	89,25
45	TP 316 44	11,28	79,34

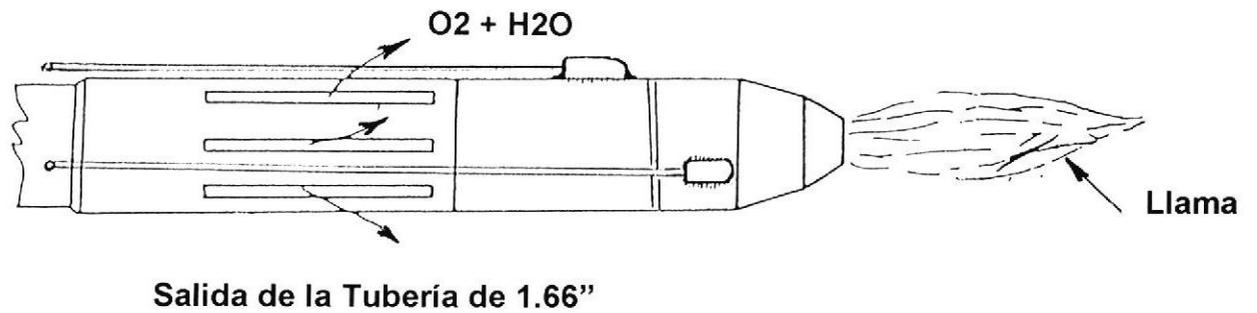
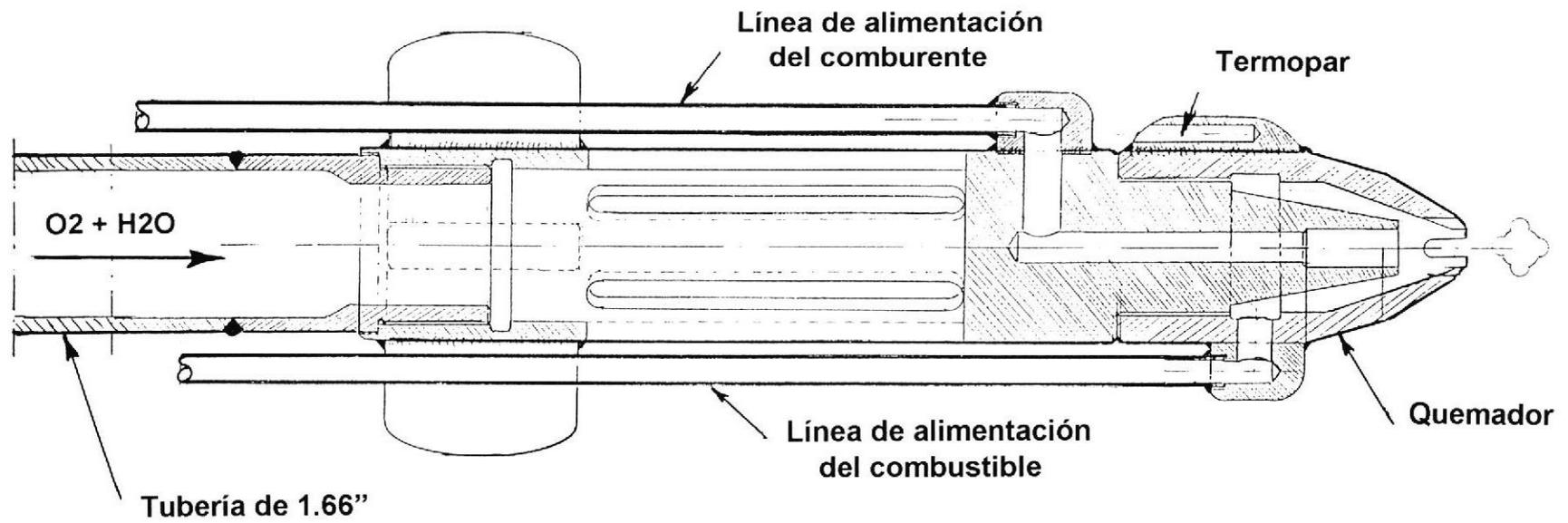
Table IV . 1.66" Tubing String of ET6

Listado de la Tuberia de 1.66" de ET6

id.

N°	Component and Ref. N°	Length (m)	Depth (m) rel. G.L.
46	TP 316 45	11,08	68,06
47	TP 316 46	11,06	56,98
48	TP 316 47	9,97	45,92
49	TP 316 48	9,9	35,95
50	TP 316 51	10,18	26,05
51	TP 316 52	6,28	15,87
52	TP 316 49 Hanger	10,29	9,59 -0,70
Table IV (cont.). 1.66" Tubing String of ET6			

Cuadro I . Inyector / Quemador para los Pozos de Inyección



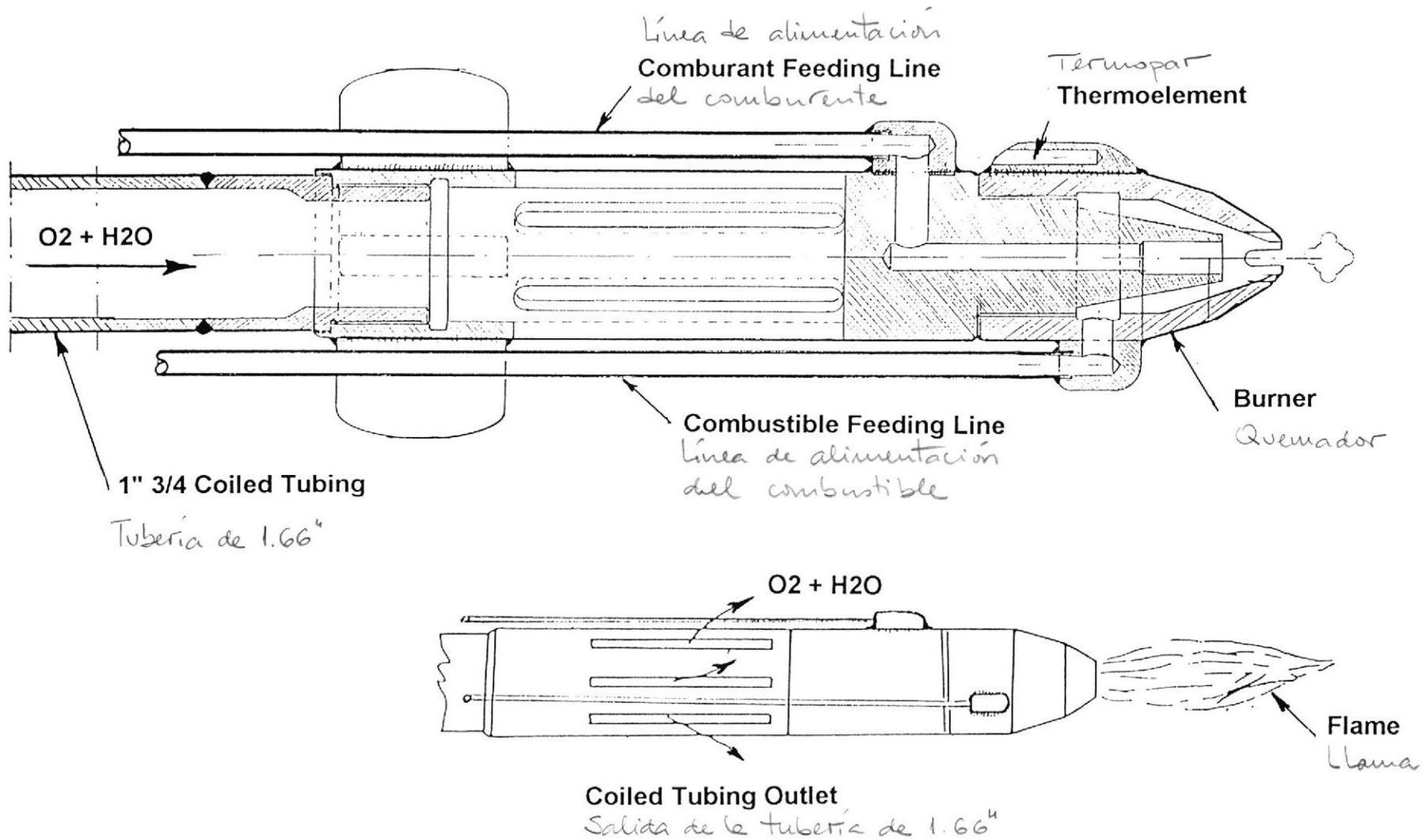
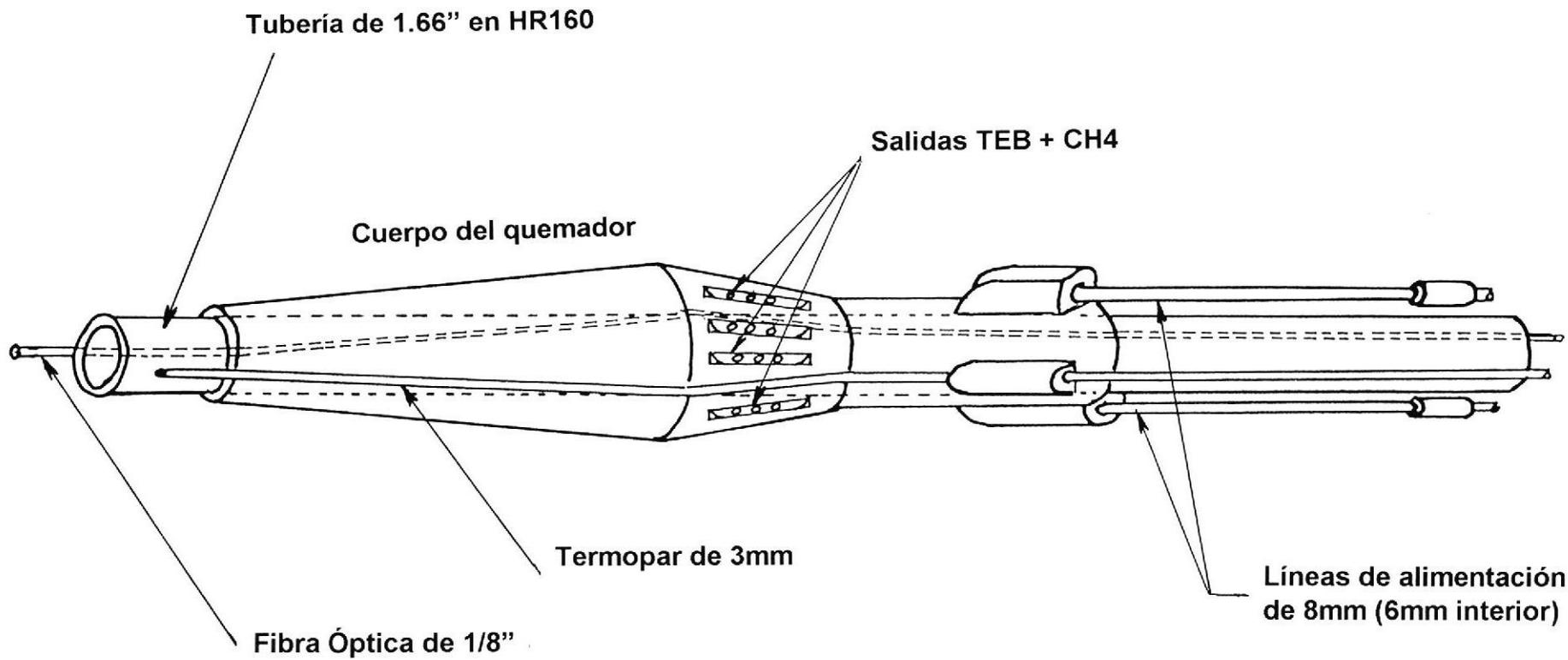


Figure 1 . Injector / Burner for Injection Wells

Inyector / Quemador para los Pozos de Inyección
 Inyector / Quemador para los Pozos de Inyección

Cuadro 2 . Quemador del Pozo de Producción



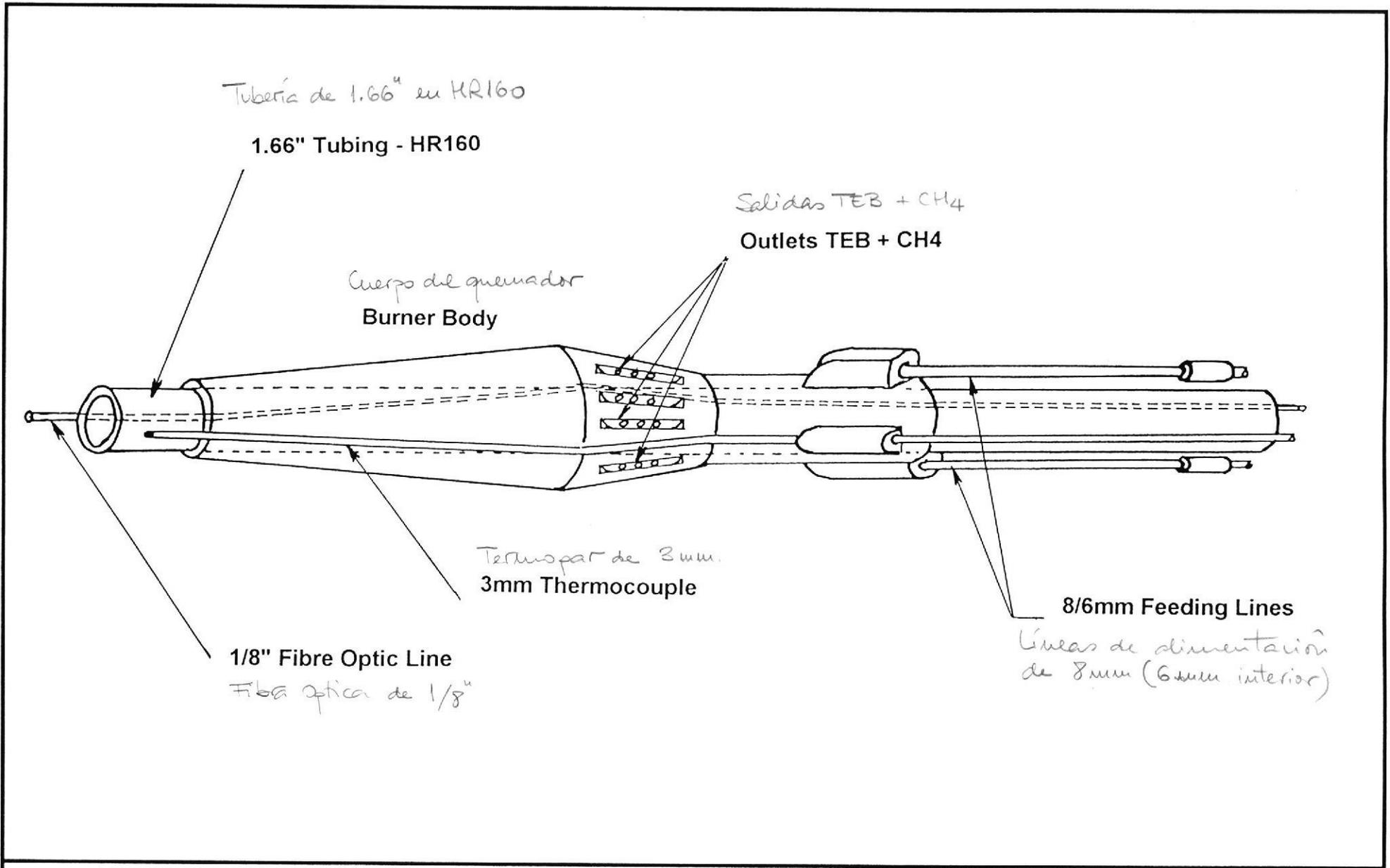


Figure 2 . Burner for Production Well

Quemador del Pozo de Producción