

## **2-3 Diseño básico**

### **2-3-1 Política de diseño**

#### (1) Política con respecto a las condiciones naturales

La Provincia de Loja presenta una topografía con fuertes desniveles en vista de que está cubierta por una línea de franjas de colinas y montañas, por lo que es necesario tomar en cuenta un diseño apropiado, especialmente en los cruces de ríos y en las partes bajas, debido a que pueden presentarse inundaciones y deslizamiento de tierra específicamente en el período de lluvias (diciembre a mayo) y los días de mayor volumen de precipitación, así como también el mal estado de las carreteras.

#### (2) Política con respecto a las condiciones sociales

Básicamente con la construcción de las nuevas instalaciones, y la rehabilitación de las actuales, se podría mejorar la situación actual. A la hora de construirse las instalaciones se debe tomar en cuenta que éstas estén de acuerdo con la escala correspondiente de las condiciones y estilo de vida de la población.

#### (3) Políticas de contratación de los contratistas locales y utilización de equipos y materiales locales

El nivel técnico de los contratistas locales es algo inseguro, por lo tanto sólo se serán utilizados para los trabajos sencillos. Con respecto a los equipos y materiales que serán adquiridos de manera local, se tomará en cuenta de que sólo se utilicen equipos y materiales de uso frecuente para que así no haya problemas técnicos en las instalaciones desde el punto de vista de operación y de mantenimiento.

#### (4) Política para determinar el alcance, grado de instalaciones, equipos y materiales etc.

El alcance de la ejecución de la parte Japonesa es la adquisición de 1 juego de equipos y materiales de construcción de pozo. En las comunidades donde ya existen instalaciones, se incluye la construcción de pozos, instalación de bomba sumergible, panel de controles de la bomba hasta la conexión de la tubería de transmisión del agua entre la caseta para proteger el panel de control de las bombas hasta la instalación de distribución del agua. En las Comunidades donde no existen instalaciones de suministro de agua, además de las instalaciones antes mencionadas incluirá también la construcción de los puestos públicos y los trabajos de instalación de tuberías hasta las mismas. Además, en algunas Comunidades, para el uso eficiente de los pozos que serán construidos se suministrarán los equipos y los materiales tales como bombas de impulsión, tuberías de distribución e impulsión.

#### (4) Política para el período de obra

Para el presente proyecto, el 1er. período consistirá en el suministro de los equipos y materiales para la perforación de pozos: en los períodos 2 y 3 se utilizarán los equipos y materiales adquiridos en el 1er. período para construir 7 pozos en el 2do. período y 7 más en el 3ro. haciendo un total de 14 pozos, esto incluirá las correspondientes instalaciones de distribución de agua. El período de ejecución del 1er. período sería desde enero del 2001 hasta diciembre del 2002, el 2do. período sería desde junio del 2001

hasta marzo del 2003 y el 3er. período desde junio del 2002 hasta marzo del 2004.

(6) Política de normas, etc.

En el presente Proyecto se utilizarán las normas industriales Japonesas (JIS) para las especificaciones de los equipos y materiales básicos así como también para los equipos y materiales de construcción de pozos.

(7) Solicitud de construcción de pozos

Las aguas subterráneas son propiedad del Estado y son recursos de uso común. Para la construcción de pozos deberá solicitarse el permiso correspondiente con antelación a la Dirección de Recursos Hidráulicos del Ministerio de Agricultura y Ganadería. Además deberá entregarse a la Dirección de Higiene Ambiental del Ministerio de Construcción de Viviendas Urbanas los resultados del análisis de calidad de agua para obtener un certificado de que el agua reúne todas las condiciones como agua potable después de la perforación de los pozos. Todos estos trámites a realizarse correrán por cuenta del Consejo Provincial de Loja.

### **2-3-2 Plan básico**

(1) Plan de suministro de equipos y materiales

Equipo de perforación de pozos y herramientas

La formación geológica en las Comunidades es de arcilla, limo, arena, grava, etc. en una capa sedimentaria y otra es de roca ígnea del mesozoico en la base rocosa.

El método de perforación en el caso de formación geológica de arcilla y grava donde los granos son diferentes y donde hay diferentes calidades y resistencia en la base rocosa y de múltiples capas, es conveniente una perforación con rotación, ya que su operatividad y eficacia de perforación son excelentes y es deseable utilizar el método rotatorio con transmisión vía cabezal. En el caso de una capa de arena y grava el mejor método es de circulación inversa pero este método requiere gran cantidad de agua y es muy difícil obtener el suministro de agua necesaria para ello y no es muy económico (se utiliza mucha bentonita) por lo que no se utilizará en las Comunidades. Por otro lado, en la base rocosa de roca ígnea, etc. es apropiada la perforación con percusión con martillo al fondo, empleando un método rotatorio neumático DTH (Down The Hole Hammer o Penetración en el Orificio).

La profundidad del pozo seleccionado se determinará dependiendo de la profundidad de la capa freática y el caudal necesario de bombeo, pero del resultado del análisis de la profundidad media es de unos 150 metros y en el caso de los pozo más profundo tendrán unos 250 metros. Sin embargo, generalmente, de acuerdo a los datos de la prospección geofísica, si se ha medido una profundidad de más de 200 m, puede haber un error del 20% (50m) y si tenemos en cuenta esto 250m+50m, es decir, puede ser necesario perforar hasta 300m, por lo tanto se requerirá una máquina perforadora y herramientas para alcanzar tal profundidad. La capacidad de enrollamiento de la perforadora se podría considerar en el peor de los casos de avería cerca de los 300 m, así que se seleccionará una máquina que

pueda enrollar hasta 350m.

Como la perforación se realiza muchas veces en zonas montañosas, no convendría utilizar maquinaria pesada provistas de grúas grandes por lo que se reduciría el volumen de carga al mínimo, y evitando que los equipos sean pesados, es decir, se elegirá una maquinaria que no sea pesada ni requiera el uso de fuerza motriz (generador), es decir, que sea lo más compacto posible y que tenga buena movilidad. Por lo tanto, el tipo de perforadora apropiado es la rotatoria con transmisión vía cabezal y que pueda utilizar martillo neumático, montado en un camión. En el Cuadro 2.16 se da las especificaciones de los equipos y materiales relacionados con la perforadora.

Cuadro 2.16 Especificaciones de los equipos y materiales relacionados con la perforadora

Perforadora de pozos	Tipo de perforadora	Perforadora rotatoria con transmisión vía cabezal superior montado en camión (tipo perforadora de lodo/DTH)
	Equipos montados	Mástil, bomba de lodo, bomba de inyección, etc.
	Capacidad de perforación	Tubo de taladro de 4-3/4 pulg., diámetro de orificio de 10-16 pulg., hasta 300m
	Fuerza motriz	Perforadora accionada por motor de camión
	Tipo de tracción	6 x 4
Herramientas de perforación	Diámetro de perforación	14-3/4 pulg., 10-5/8 pulg.
	Diámetro de encofrado	12 pulg., 6 pulg.
	Contenido de herramientas	Accesorios de perforadora, herramientas comunes de lodo/DTH, herramientas de perforación por lodo, herramientas para DTH, herramientas de encofrado, equipos y materiales de apoyo
Compresor de alta presión	Presión de descarga	25 m <sup>3</sup> /min, 2,35 Mpa
	Tipo transporte	Tipo montado en camión
	Tipo de tracción	6 x 4
Maquinaria de hidrofracturación	Para mejorar el volumen de la toma de agua, en el orificio desnudo se aplica agua a alta presión, se amplían las fisuras y se mantiene en ese estado	
	Fuerza del motor	70 kW
	Capacidad de la bomba	Volumen de descarga: 240 lt/min, Presión: 130 kg/cm <sup>2</sup>

#### Vehículos de apoyo para la perforación de pozos

En la construcción del pozo para que el avance de la obra sea de manera eficaz se debe transportar a la vez todos los accesorios del equipo de perforación, la bentonita, los equipos periféricos y los materiales para la construcción del pozo. Por lo tanto, los vehículos de transporte que se describen con detalles en la Fig. 2.2; consistirán en camión para el transporte de objetos largos y pesados, camión medio para el transporte de equipos y materiales, camión cisterna, y camión pequeño.

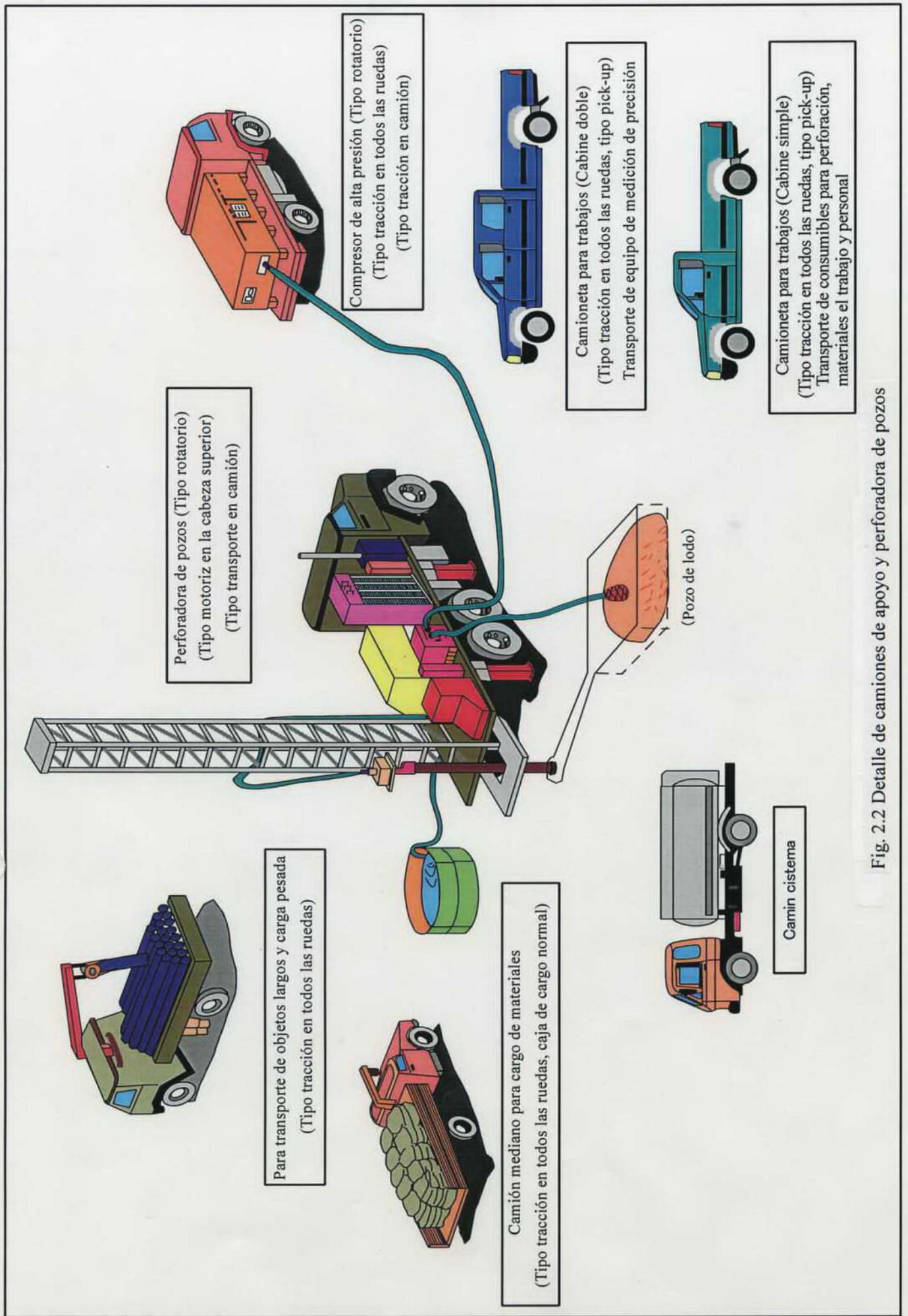


Fig. 2.2 Detalle de camiones de apoyo y perforadora de pozos

Los vehículos de apoyo se clasifican por su tipo de objetivo y capacidad en el Cuadro 2.17 y las condiciones del funcionamiento de cada vehículo se describen en el Cuadro 2.18.

Cuadro 2.17 Objetivo y especificaciones de vehículos de apoyo para las obras

Camión de transporte de carga larga y pesada	Se usa para transporte, carga y descarga de carga larga y pesada y encofrado de pozos. Utilización en el levantamiento de accesorios tales como tubo de taladro, etc., de accesorios de taladrado, inserción de tubos de encofrado en el lugar de perforación. Este camión viaja siempre junto con la perforadora.	
	Fuerza de tracción	Tracción en todas las ruedas 6x4, especificaciones de carga normal
	Fuerza motriz	176kW (240 caballos)
	Longitud de carga	6m
	Grúa	Levantamiento de carga máxima 58,8 kN (6 ton)
Camión medio de transporte de equipos y materiales	Transporte de accesorios para bajada de tubos durante la perforación, manguera de circulación de lodo, herramientas de conexión de tubos, compresor para terminación del pozo, bentonita, broca tricónica, martillo DTH, etc. Al terminar la perforación, transporte de la bomba sumergible para prueba de bombeo, generador y bomba sumergible de suministro de agua, etc. transporte de equipos y materiales varios, etc.	
	Fuerza de tracción	Tracción en todas las ruedas 6x4, especificaciones de carga normal
	Fuerza motriz	147kW (200 caballos)
	Longitud de carga	4,5m
	Grúa	Levantamiento de carga máxima 29,4 kN (3 ton)
Camión cisterna	Como es necesario el suministro de gran volumen de agua en la obra, se transporta en un camión cisterna. Además, durante la perforación, para prevenir accidentes en el pozo se controla peso específico y viscosidad de lodo.	
	Fuerza de tracción	Tracción en todas las ruedas 6x4, transporte de agua pura
	Fuerza motriz	147kW (200 caballos)
	Capacidades del tanque	8,0 m <sup>3</sup>
Camioneta A	Camioneta para transporte del personal a cargo de las perforaciones, viaja junto con la perforadora. También se utiliza para el transporte de consumibles y artículos para la obra.	
	Fuerza de tracción	Tracción en todas las ruedas 4x4, cabina doble, pick-up
	Cilindrada	2.800 cc
	Fuerza motriz	60 kW (80 caballos)
Camioneta B	Vehículo para prueba de bombeo. Se usa para transporte del personal para prueba de bombeo y registro eléctrico después de terminar la perforación, se utiliza independientemente de la perforación. Transporta los equipos y materiales para prueba de bombeo y registro eléctrico.	
	Fuerza de tracción	Tracción en todas las ruedas 4x4, cabina doble, pick-up
	Cilindrada	2.800 cc
	Fuerza motriz	60 kW (80 caballos)
Camioneta C	Camioneta exclusiva para estudios, prospecciones físicas, equipos y materiales de análisis de calidad del agua, transporte de instrumentos de precisión, camioneta utilizada independientemente de los vehículos de ingeniería civil (con techo). Además, se utiliza para prospecciones del lugar, estudio de condiciones sociales, y una vez terminada la construcción del pozo, se utiliza para educación pública sobre higiene, actúa independientemente de la perforadora.	
	Fuerza de tracción	Tracción en todas las ruedas 4x4, camioneta cerrada
	Cilindrada	2.800 cc
	Fuerza motriz	60 kW (80 caballos)

Cuadro 2.18 Cuadro de movimiento de vehículos

Contenido del trabajo	Prospección física, estudio del campo	Traslado, armado, preparación	Trabajo de perforación	Trabajo de registro eléctrico	Colocación de encofrado	Rellenado de grava, terminación de pozo	Prueba de bombeo	Análisis de calidad de agua	Instalación de la bomba
Días de trabajo	10 ~ 15	5 ~ 6	10 ~ 40	2 ~ 3	1 ~ 2	1 ~ 2	3 ~ 5	2 ~ 3	1 ~ 2
Máquina perforadora, Profundidad máxima 300m									
Camioneta (1) (Equipo encargado de perforación) (transporte de consumibles, herramientas de trabajo y personal)									
Compresor de aire de alta presión (Tipo montado en vehículo)									
Camión para transporte de objetos pesados y largos (con grúa de 6 ton.)									
Camioneta (2) (Equipo de prueba de bombeo) (Trabajo de registro eléctrico, prueba de bombeo)									
Camión de tamaño medio para transporte de maquinaria (con grúa de 3 ton.)									
Camión cisterna (8 m <sup>3</sup> )									
Camioneta (3) (Equipo exclusivo para estudios) (Prospección eléctrica, prospección electromagnética, análisis de calidad de agua, estudio de condiciones sociales, educación pública de higiene)									

Leyenda :  Funcionamiento principal  Traslado al siguiente pozo, comienzo de la obra

 Funcionamiento

\* Camioneta (3) (Equipo exclusivo para estudios) es para uso independiente de los trabajos de perforación, para el estudio de condiciones sociales antes de la construcción de instalaciones, y para la educación pública de higiene después de la construcción de las instalaciones.

### Equipos y materiales de pruebas

De acuerdo a los resultados de las prospecciones geofísicas y del estudio de las condiciones geológicas, serán seleccionados los instrumentos que servirán para las pruebas y la realización de las diferentes mediciones a la hora de la construcción del pozo. Una vez confirmado la capa freática se determinarán las posiciones de las rejillas mediante el registro eléctrico y luego se realizará la prueba de bombeo del pozo para confirmar el caudal de bombeo para luego seleccionar los equipos y materiales necesarios para el análisis de calidad de agua. En el Cuadro 2.19 se dan las especificaciones de los instrumentos de pruebas y medición.

Cuadro 2.19 Especificaciones de equipos y materiales de investigación

Equipos de prospección eléctrica	Se utiliza para definir la estructura geológica, determinar la posibilidad de desarrollar aguas subterráneas y se determina el punto de perforación del pozo. Hace pasar una carga eléctrica artificial en el suelo y mide el valor de resistividad de las capas.	
	Método de prospección	Método de prospección vertical por resistividad Shubercher
	Profundidad de la prospección	300m
	Accesorios	Software para el análisis de los datos
Equipos de registro eléctrico	Determina las condiciones del análisis de la capa freática y para determinar la profundidad para la instalación de filtros, mide resistividad eléctrica de la pared del pozo y mide continuamente el potencial espontáneo hacia dirección del fondo del pozo.	
	Método de prospección	Medición digital de capas
	Puntos de prospección	Resistividad, potencial espontáneo, radiación natural, conductividad eléctrica
	Profundidad de capas estudiadas	300m
Accesorios	Grabador y reproductor de datos	
Bomba para prueba de bombeo /Generador diesel	Para determinación del caudal de bombeo de agua apropiado, una vez terminada la perforación mediante bomba sumergible de suministro de agua en pozo profundo, se hacen pruebas escalonadas de bombeo, pruebas continuas de bombeo, prueba de recuperación del nivel de agua, toma de muestras para análisis de calidad del agua.	
	Bomba sumergible	240m Capacidad de bombeo 200 lt/min trifásico, 220V, 15 kW 180m Capacidad de bombeo 100 lt/min trifásico, 220W, 5,5kW
	Generador	Diesel portátil, 45 kVA, 220V, 60Hz
Equipos de análisis de calidad de agua	Tipo sencillo, los ítems de medición son temperatura, pH, turbiedad, color, conductividad eléctrica, acidez, alcalinidad, olor, calcio, cloruro, cloro, cromo, cobre, oxígeno disuelto, flúor, dureza, yodo, hierro, manganeso, amoníaco, ácido nítrico de nitrógeno, ácido nitroso de nitrógeno, fósforo, restos de la evaporación, silicio, cromado de sodio, sulfato, sulfuro, bacteria, colibacilo, bacterias comunes. Se debe analizar 200 muestras.	

### Equipo y materiales de monitoreo

Los equipos y materiales de monitoreo se utilizarán para la obtención de datos generales relacionados con las obras de suministro de agua de todas las Comunidades en la Provincia de Loja, preparando una base de datos del análisis y pruebas de bombeo, análisis de calidad de agua y prospecciones geofísicas, ya estos servirán para los planes de desarrollo de aguas subterráneas en el futuro. En el Cuadro 2.20 se dan las especificaciones de los equipos y materiales de monitoreo.

Cuadro 2.20 Especificaciones de los equipos y materiales de monitoreo

Computadora personal	Preparación de una base de datos, monitoreo de pruebas de bombeo, análisis de calidad de agua y prospecciones físicas	
	Computadora	PC/AT intercambiable de 500MH, RAM de más de 64MB De escritorio, monitor de 17 pulg.
	Accesorios	Procesadora de texto, hoja de cálculos, base de datos, CAD
Impresora	Impresión de resultados de monitoreo de pruebas de bombeo, análisis de calidad de agua y prospecciones físicas	
	Resolución	600 dpi
	Tamaño de papel	A3
Escaner	Entrada de mapas topográficos y geológicos	
	Resolución	600 dpi
	Tamaño de papel	A4

Equipos y materiales para los pozos

Los equipos y los materiales para la construcción de los pozos que se ejecutarán por la parte Japonesa, se realizarán los trabajos de revestimiento, colocación de rejillas e instalación de la bomba. En el Cuadro 2.21 se dan las especificaciones de equipos y materiales para pozos.

Cuadro 2.21 Especificaciones de equipos y materiales para pozos

Tubos de revestimiento para pozos	Se introduce un encofrado para mantener la estabilidad de la pared de orificio después de la perforación. La profundidad del pozo supera los 100m por lo que emplean tubos de acero al carbono (JIS-G-3452) que tiene resistencia. El diámetro de la boca de encofrado debe ser suficiente como para instalar la bomba sumergible y hay 2 tipos, de 6 pulgadas y de 8 pulgadas.		
Filtros para pozo	Una vez terminada la perforación y de acuerdo con los resultados del registro eléctrico se instala un tubo colector de agua en la posición de la capa freática. Para evitar deterioro por la corrosión electroquímica en lo posible y para que el pozo dure la mayor cantidad de años posible, los filtros instalados serán de acero inoxidable. Deberá tener en cuenta lo siguiente. <ul style="list-style-type: none"> <li>•Cuidando la entrada de arenas diminutas en el pozo y atoramiento de filtros, para mantener la superficie de cobertura, el tipo de abertura será de forma espiral continuo en V</li> <li>•Es fuerte, durable, abundante y resistente a los ácidos.</li> <li>•El ancho de ranura es de 1,0 mm y el porcentaje de orificios abiertos es de 20%.</li> <li>•La longitud es de 3 m y continúa el encofrado con acoplamiento roscado.</li> </ul>		
Bomba sumergible	El nivel dinámico estimado de las aguas subterráneas es de 50 – 80 m de la superficie y es bajo por lo que el bombeo del agua subterránea se hará mediante bomba sumergible. El caudal de bombeo planeado en cada punto y el nivel dinámico del agua subterránea y el nivel de descarga del tanque de distribución de agua, etc. permiten establecer las especificaciones. El panel de recepción eléctrica y el panel de control de la bomba se instalan en la caseta de control de la bomba. El método de operación es de 12 horas y tiene un sensor para el nivel crítico en el interior del pozo, el nivel de llenado de la torre de distribución de agua, en cuyos casos se detiene automáticamente. La fuerza motriz oscilante es de tipo trifásico de 220 V.		
	90L/min x 250m x 15 kw 90L/min x 165m x 5,5 kw 90L/min x 130m x 4,0 kw 120L/min x 175m x 7,5kw x 2	60l/min x 140m x 3,0 kw 90L/min x 105m x 3,0 kw 60L/min x 155m x 4,0 kw 30L/min x 90m x 1,5kw	60L/min x 140m x 3.0 kw 30L/min x 130m x 1,5 kw x 2 60L/min x 85m x 2,2 kw 30L/min x 80m x 1,5 kw total: 14 juegos
Tubo de implusión de agua	En las Comunidades donde la parte Japonesa perfora los pozos se hace su adquisición ya que aumenta el suministro de agua y es conveniente mejorar la eficiencia de las fuentes de agua existentes. El material es el mejor para instalación y para su duración con tubos de polietileno (diám. 50 mm).		
Tipo de válvula de distribución	Se instalan los tubos de bombeo, válvula de aire, válvula de retención, manómetro, válvula de control de agua, medidor de caudal. Además, en el caso de que exista una torre de distribución, se instala un tubo de conexión hasta la torre.		

## (2) Plan de instalaciones

### Plan de construcción de pozo

#### a) Estructura de pozo y número de pozos a perforar

La estructura del pozo estará previsto de un antepozo de 20 m de profundidad desde la superficie, y se perforará con un diám. de 14 3/4 pulg. (375 mm) y para evitar derrumbes, se insertará posteriormente una camisa de 12 pulg. (318 mm). Dentro de éste, y posteriormente hasta la profundidad esperada se perforará con un diám. de 10 5/8 pulg. (270 mm), introduciendo revestimiento y filtros de 6 pulg (150 mm). La longitud de las rejillas serán de 30% en relación a la de los encofrados dependiendo de las condiciones geológicas (Fig. 2.4). El número de pozos a perforarse por la parte Japonesa conjuntamente con el personal del Consejo Provincial de Loja es de 14 pozos y posteriormente el Consejo llevará a cabo la ejecución de 71 pozos por su cuenta. El número de pozos a perforarse según la profundidad esperada se describió en el Cuadro 2.6.

#### b) Caseta de control

Se construirá una caseta de control en el lugar donde se vaya a perforar el pozo profundo, que servirá como fuente de agua. En el interior de la caseta de control se instalará un panel eléctrico que servirá como del pozo (Fig. 2.5). Este tipo de diseño se tomó en cuenta en vista de que personas ajenas podrían entrar para cometer travesuras o robos del equipo. Por consiguiente la estructura de la caseta permitirá desmantelarla parcialmente durante el mantenimiento e inspección de la bomba.

### Bomba sumergible

La tubería de descarga del pozo tendrá 6 pulg. (150 mm) y al fondo se instalará la bomba sumergible. El esquema de la instalación de la bomba será tal como se indica en la Fig. 2.6. La bomba sumergible a instalarse en cada pozo a ser construido en cada Comunidad será la siguiente.

La carga dinámica total se calculó con la siguiente fórmula.

$$\underline{H \text{ (Carga total)} = A+B+C}$$

A: Longitud de las columnas del pozo (incluye las pérdidas por fricción)

B: Tanque de distribución (altitud) – Punto de la bomba del pozo (altitud)

C: Pérdida por fricción de la tubería soterrada entre el pozo y el tanque de distribución

Las tuberías de impulsión y distribución el valor C (pérdida por fricción del tubo soterrado) se calculó mediante la fórmula de Hazen & Williams.

Cuadro 2.22 Especificación de la bomba sumergible en cada Comunidad

Nombre de localidad			Elevación total (m)	Caudal de bombeo (lt/sec)	A (m)	B (m)	C (m)
1	Catacocha	No.1	249.45	1.5	61.65	161.20	26.60
		No.2	163.24	1.5	61.65	89.20	12.40
2	Playas		130.79	1.5	61.65	59.40	9.74
4	Centinela de Sur	No.1	175.12	2.0	73.28	99.20	2.64
		No.2	173.01	2.0	73.28	97.70	2.03
6	Patuco		136.23	1.0	70.91	62.20	3.12
9	Saraguro	No.1	102.45	1.5	51.38	33.00	18.07
		No.2	151.05	1.0	50.65	95.00	5.40
13	Saucillo		85.22	0.5	50.18	33.10	1.94
15	Machanguilla		138.99	1.0	81.04	53.90	4.05
18	Linderos		126.00	0.5	70.25	55.00	0.75
19	Comunidades		84.78	1.0	50.65	31.70	2.43
21	Los Huilcos	No.1	77.69	0.5	70.25	7.00	0.44
		No.2	128.36	0.5	70.25	56.70	1.41

#### Bomba de impulsión de agua

La bomba de impulsión de agua es la bomba para enviar el agua del tanque de distribución de Pisaca de la ciudad No. 1 Catacocha al tanque de distribución de El Carvario. La bomba a utilizar es de bomba centrífuga horizontal por las siguientes razones.

- La parte principal está encima del suelo y es más fácil de mantener y reparar.
- Es más barato el cuerpo de la bomba y el motor.
- La bomba utilizada actualmente en la ciudad de Catacocha es también una bomba centrífuga horizontal por lo que existe experiencia en el mantenimiento.

La elevación total se calcula sumando la elevación real del tanque de distribución de Pisaca a El Calvario con cabezal de pérdida por fricción de tubo. La elevación real es desde la boca de succión del tanque de distribución de Pisaca a la boca de salida de descarga del tanque de distribución de agua de El Garvario y a la diferencia de altitud se agrega la altura (5m) del tanque de distribución de agua.

- |   |           |
|---|-----------|
| a. Elevación de la boca de succión del tanque de distribución de Pisaca       | 1.821,6 m |
| b. Elevación de la boca de descarga del tanque de distribución de El Garvario | 1.860,0 m |
| c. Elevación del tanque de distribución de agua de El Garvario                | 5,0 m     |
| d. Cabezal de pérdida de agua por fricción del tubo de distribución de agua   | 7,4 m     |

Elevación total = b – a + c + d 50,8 m

#### Tubería de impulsión de agua/distribución de agua

La tubería de impulsión de agua y la tubería de distribución de agua es la siguiente tubería tal como se describió en la “2-2-6 Conceptos básicos acerca de las instalaciones de suministro de agua”.

- Tubería del nuevo pozo a construir – Nuevo tanque de distribución

- b. Tubería de conexión del nuevo pozo a construir – Tanque de distribución existente
- c. Tubería del nuevo pozo a construir – Punto de conexión del tubo de distribución existente
- d. Tubería del tanque de distribución de Pisaca a El Carvario en la ciudad de Catacocha

La tubería está totalmente enterrada a 1,2m. Se entierra con una profundidad de 0.6 m en el lugar que no recibe la carga superior del otro, y en la parte de cruce del río (puente) y de cruce de canal de desagüe de carretera, la tubería sale a la superficie. Además, en las partes convexas de la tubería se instalan válvulas de aire y en las partes cóncavas se debe sacar la arena sedimentada dentro de la tubería, instalando desagües.

Además, en el enterramiento de cada Comunidad, se debe tener en cuenta la economía y el mantenimiento en el futuro, empleando tubos de cloruro de polivinilo duro para acueducto que se pueden adquirir en el Ecuador. Sin embargo, en las partes donde la presión de envío es alta y no puede aguantarse, se utilizan tubos de acero o de hierro fundido.

La selección de tubería y los cortes necesarios en el envío del agua de suministro en lugares específicos deberán seleccionarse para que resistan la presión de agua en el momento de operación de la bomba sumergible.

Como resultado de la evaluación se da en el Cuadro 2.23.

El cabezal de pérdida por fricción en la tubería se basa en la siguiente fórmula de Helthurn Williams.

$$H=10,666*C^{-1.85}*D^{-4.87}*Q^{1.85}*L$$

H: Cabezal de pérdida por fricción (m)

C: Coeficiente de velocidad de flujo (se usan PVC 150, Tubo de acero 110)

D: Diámetro interno del tubo (m)

Q: Cantidad de envío de agua (m<sup>3</sup>/seg.)

L: Longitud de tubería

Cuadro 2.23 Selección de tubería de impulsión de agua/distribución de agua

Comunidades	Tramos de instalación	Distancia (m)	Vol. de conducción (l/seg)	Carga total	Elevación real	Pérdida de carga por fricción	Diámetro (mm)	Tipo de tuberías
1 Catacocha ( NP1 )	NP1 - G.S	1526	1.5	92.6	72.8	19.84	50	Acero
	G.S - Pisaca	1039	3.0	95.2	88.4	6.76	75	Acero
Total		2565	-	187.8	161.2	26.60	-	Acero
Catacocha ( NP2 )	NP2 - G.S	438	1.5	6.5	0.8	5.69	50	PVC
	G.S - Pisaca	1039	3.0	95.2	88.4	6.76	75	PVC
Total		1477	-	101.7	89.2	12.46	-	PVC
Ctacochoa	Pisaca-El Ca.	660	8.6	45.8	38.4	7.36	100	PVC
2 Playas	NP - ET	479	1.5	69.1	59.4	9.74	50	PVC
4 Ce. de Sur ( NP1 )	NP1 - ET	660	2.0	99.7	97.7	2.03	75	PVC
	" NP2 - ET	860	2.0	101.8	99.2	2.64	75	PVC
6 Patuco	NP - NT	508	1.0	65.3	62.2	3.12	50	PVC
9 Saraguro ( NP1 )	NP1 - ET	1390	1.5	51.1	33.0	18.07	50	PVC
	" ( NP2 )	880	1.0	100.4	95.0	5.40	50	PVC
13 Saucillo	NP - NT	1138	0.5	35.0	33.1	1.94	50	PVC
15 Machanguilla	NP - ET	659	1.0	57.9	53.9	4.06	50	PVC
18 Linderos	NP - NT	440	0.5	55.7	55.0	0.75	50	PVC
19 Comunidades	NP - ET	395	1.0	34.1	31.7	2.43	50	PVC
21 Los Huilcos(NP1)	NP1 - NT	260	0.5	7.4	7.0	0.44	50	PVC
	" (NP2)	826	0.5	58.1	56.7	1.41	50	PVC

\* NP:Pozo nuevo, G.S:Gasolinera, ET:Tanque existente, NT:Tanque nuevo

#### Tubería de distribución de agua

La tubería de distribución de agua se selecciona de la misma forma que la tubería de “Tubería de impulsión de agua/distribución de agua”. El resultado se da en el Cuadro 2.24.

Cuadro 2.24 Selección de la tubería de distribución de agua

Comunidades	Tramos de instalación	Distancia (m)	Diámetro (mm)	Tipo de tuberías
6 Patuco	NT - Puesto público	200	50	PVC
13 Saucillo	NT - Puesto público	275	50	PVC
18 Linderos	NT - Puesto público 1	280	50	PVC
	NT - Puesto público 2	300	50	PVC
21 Los Huilcos	NT - Puesto público 1	20	50	PVC
	NT - Puesto público 2	190	50	PVC

#### Tubería de impulsión de agua (parte de adquisición de equipos y materiales)

La tubería de toma de agua, impulsión de agua, distribución de agua que sólo se adquiere como equipos y materiales, se da en el Cuadro 2.25.

Cuadro 2.25 Selección de tubería de toma de agua, impulsión de agua, distribución de agua

Comunidades	Tramos de instalación		Distancia (m)	Diámetro (mm)	Tipo de tuberías
15 Machanguilla	Bocatoma - ET	Tubería de toma	5,200	50	Politubo
19 Comunidades	ET - Centro	Tubería de distribución	542	50	Politubo

### Tanque de distribución

El tanque de distribución se construye generalmente en Ecuador y en las Comunidades objeto del Estudio se utilizan de hormigón armado. Con respecto a la capacidad del tanque, la norma de diseño de Ecuador toma en cuenta el volumen de ajuste variable en el tiempo entre la toma de agua y la distribución y se multiplica el volumen promedio de agua de suministro por 6 horas y se suma el porcentaje de margen de 15% (Ver Cuadro 2.26), la figura de estructura del tanque de distribución es la de la Fig. 2.5.

Cuadro 2.26 Capacidad del tanque de distribución

Comunidades		Población	Vol. promedio. diario de abastec. de agua	Margen de seguridad	Capac. del tanque
		(hab.)	(lt/seg.)	(%)	(m <sup>3</sup> )
6	Patuco	332	0,48	15%	12
13	Saucillo	335	0,48	15%	12
18	Linderos	166	0,24	15%	6
21	Los Huilcos	333	0,48	15%	12

### Llaves públicas

La instalación de llaves de suministro de agua en las Comunidades que no tienen instalaciones de suministro de agua y en las Comunidades que necesitan la construcción de los llaves públicas son las mismas en las 4 Comunidades donde se construirán los tanques de distribución. La figura de la estructura de los llaves públicas se describen en la Fig. 2.8.

La escala de los llaves públicas dependerá de la cantidad de suministro de agua máxima por hora. Tal como se describió en la evaluación del tanque de distribución, las 3 horas de la mañana tienen un porcentaje de suministro de agua máximo del día en 50% y la cantidad máxima de suministro de agua por hora es del 16,67% (50%/3 horas) y se establece el número de grifos necesarios para este suministro de agua.

Las llaves para el suministro de agua tienen un diámetro de 13 mm y la cantidad que sale por minuto es de 1,0 m<sup>3</sup>/hora (de acuerdo con la información de la Asociación de Medidores en Tuberías de Agua del Japón) y según este cálculo se determinará el número de llaves como se da en el Cuadro 2.27.

Cuadro 2.2 7 Número de llaves públicas

Comunidades		Población (habitantes)	Vol. máx. diario de abastec. de agua	Vol. máx. horario de abastec. de agua	Vol. de descarga de cada llave	Rendim. de toma de agua	Número de llaves
		(habitantes)	(m <sup>3</sup> )	(m <sup>3</sup> /hr.)	(m <sup>3</sup> /hr./ll.)	(%)	(unid.)
16	Patuco	332	41.5	6.9	1.0	60%	12
13	Saucillo	335	41.9	7.0	1.0	60%	12
18	Linderos	166	20.8	3.5	1.0	60%	6
21	Los Huilcos	333	41.6	6.9	1.0	60%	12

\* Sin embargo, se fija la eficiencia de toma de agua en 60%.

### (3) Esquema del Diseño básico

El esquema del diseño básico de las instalaciones de los pozos, construcción de las instalaciones de suministro de agua para el presente Proyecto será el siguiente.

- Esquema del sistema de suministro de agua
- Esquema de la estructura normal de pozo
- Esquema de la estructura de caseta de control
- Esquema de la instalación de la bomba
- Esquema de la estructura del tanque de distribución de agua
- Puestos Públicos



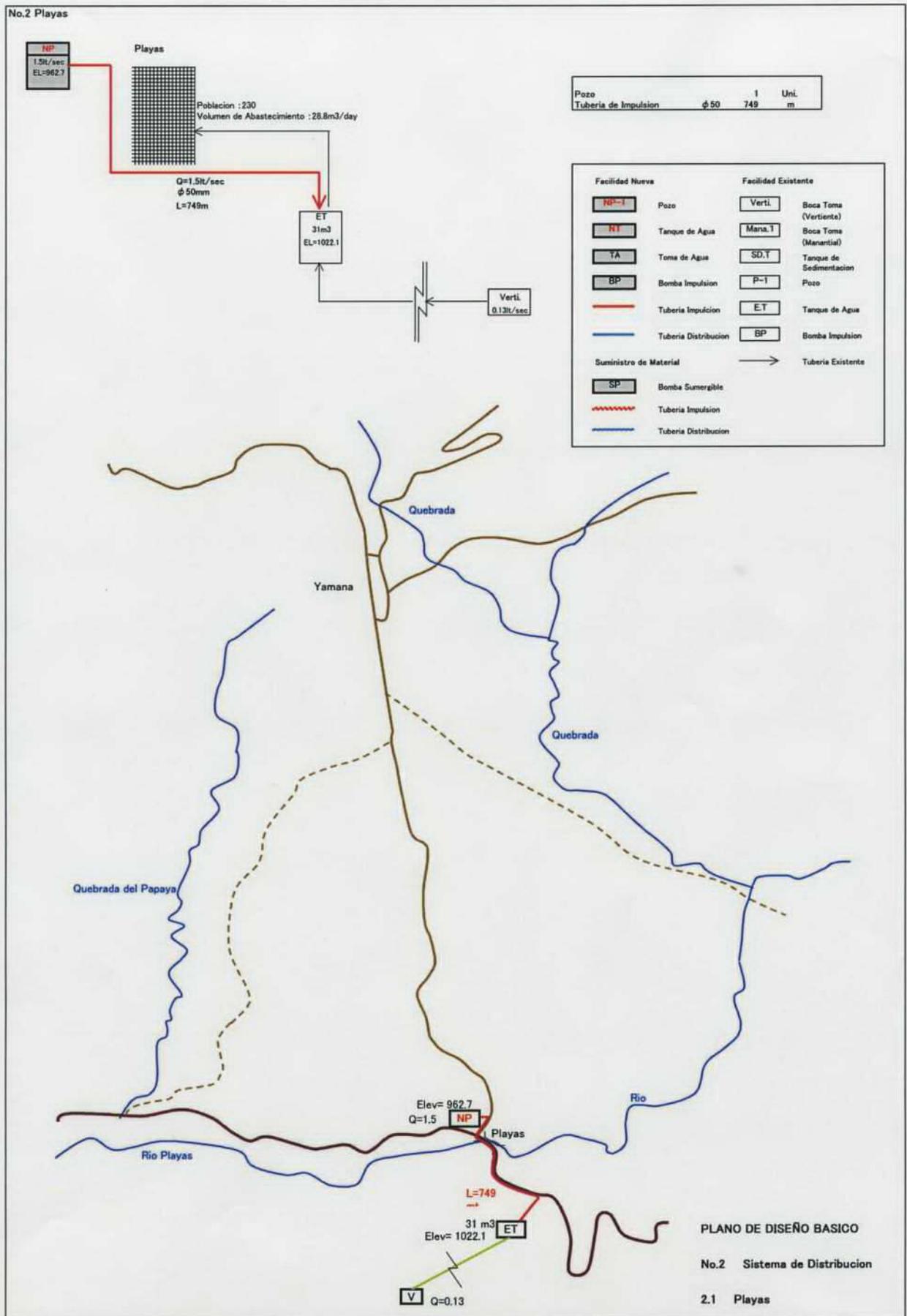


Figura 2.3 Esquema del sistema de suministro de agua (No.2 Playas)



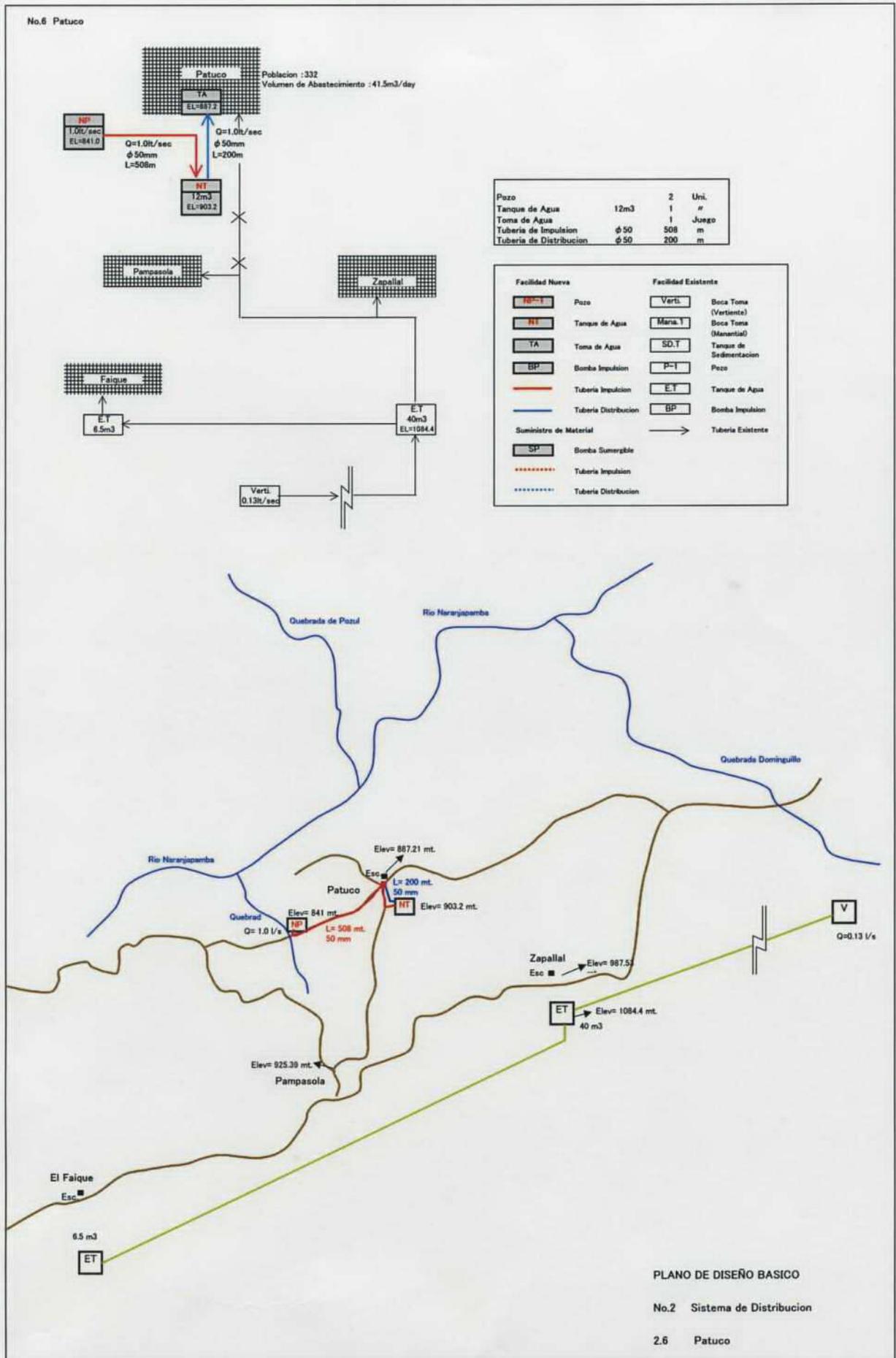


Figura 2.3 Esquema del sistema de suministro de agua (No.6 Putuco)

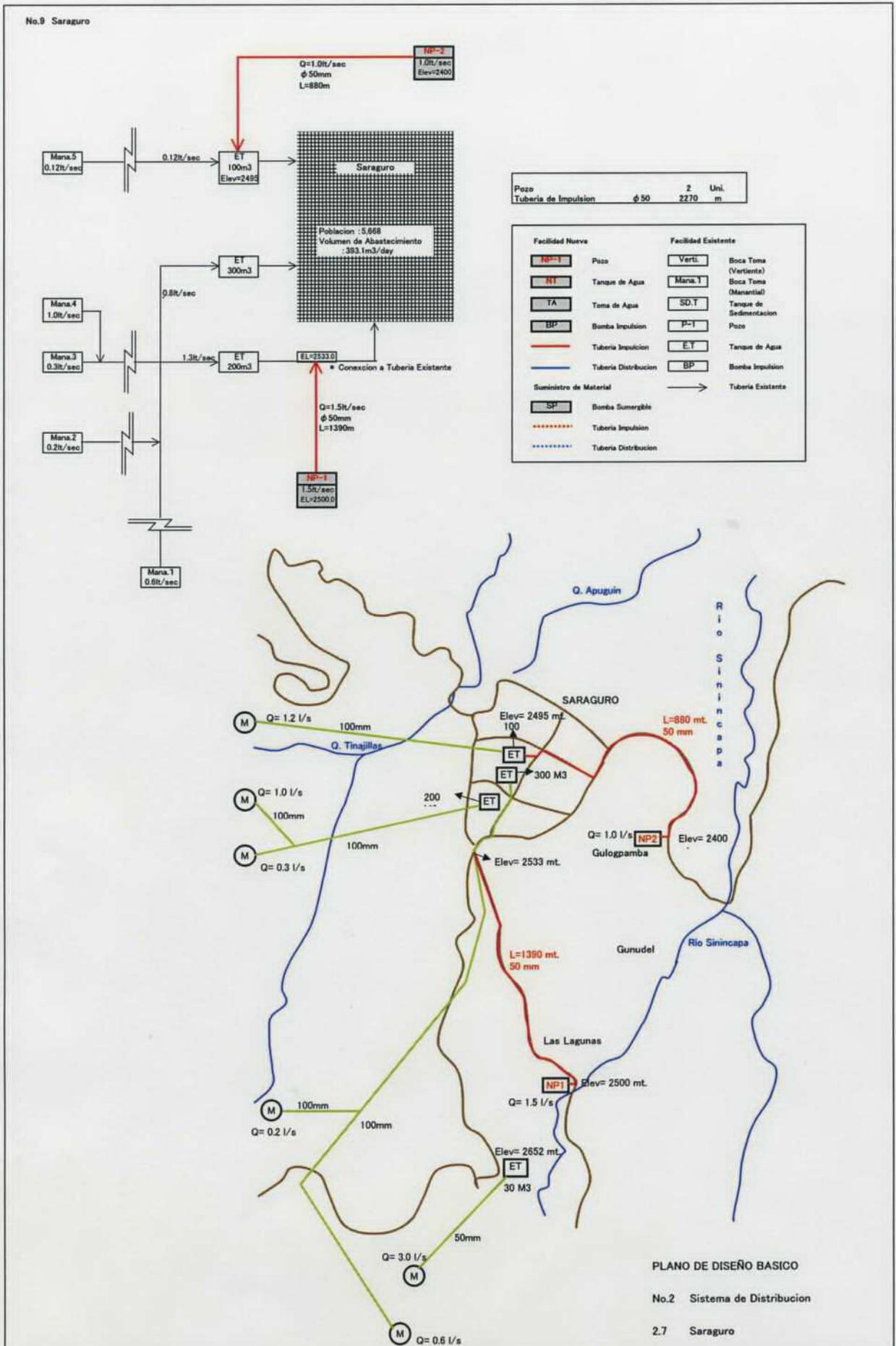


Figura 2.3 Esquema del sistema de suministro de agua (No.7 Saraguro)

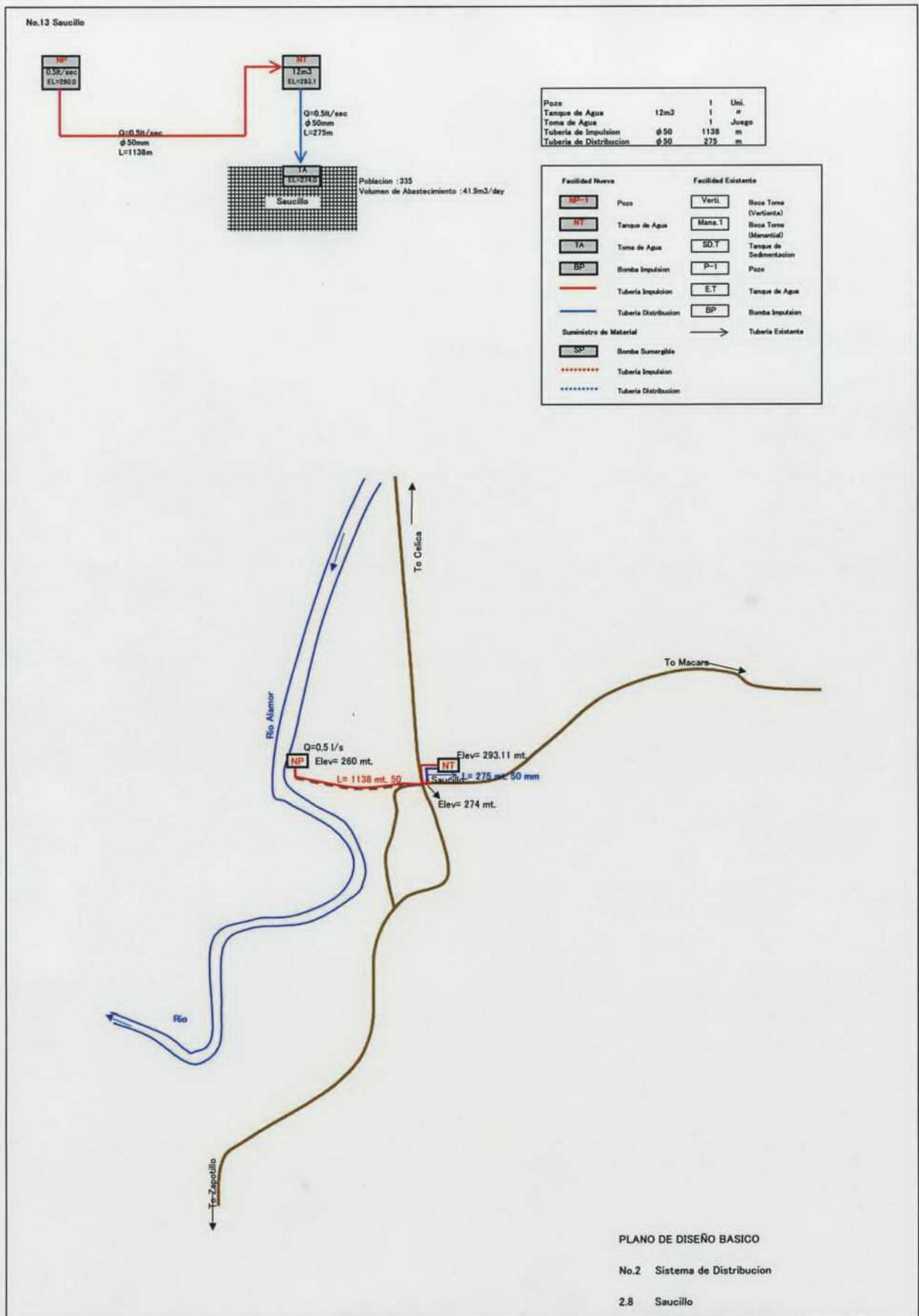
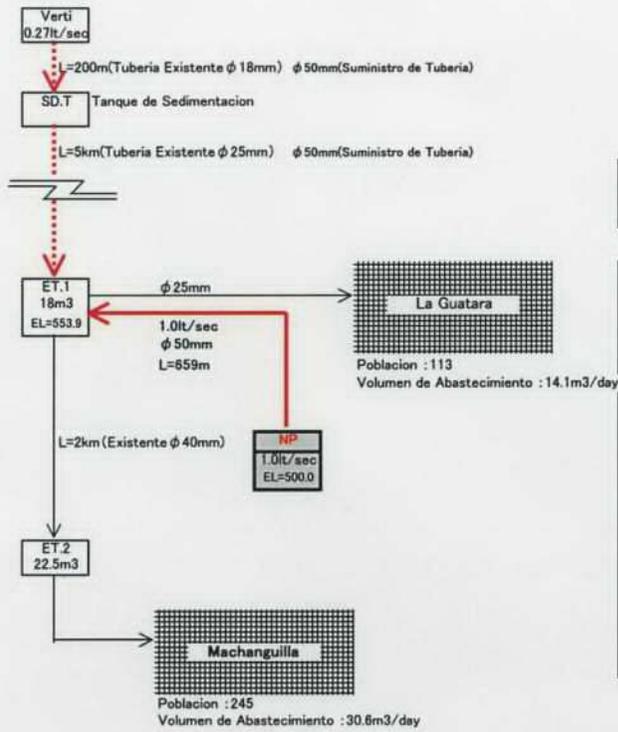


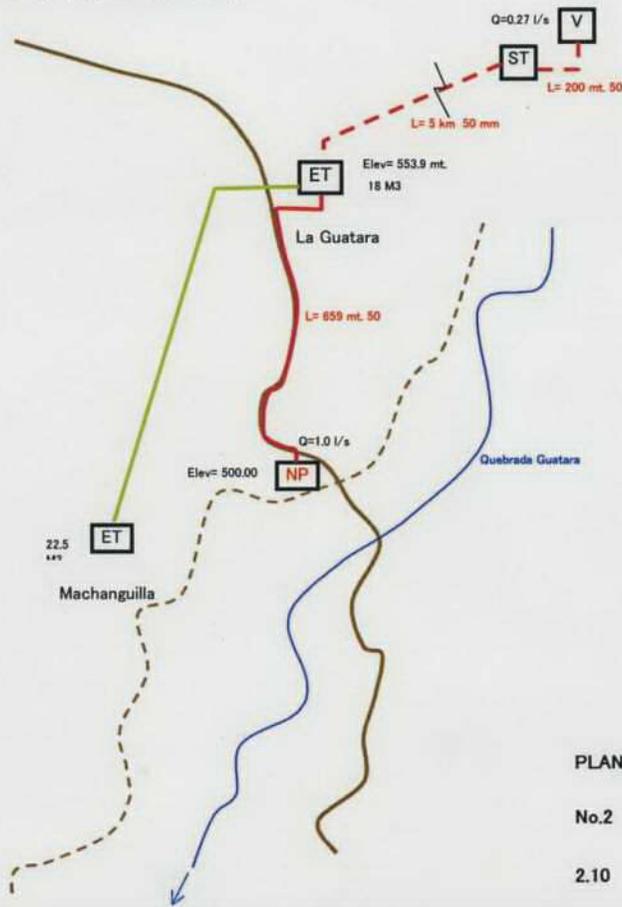
Figura 2.3 Esquema del sistema de suministro de agua (No.8 Saucillo)

No.15 Machanguilla



Pozo		1	Uni.
Tuberia de Impulsion	φ 50	659	m
Suministro de Tuberia	φ 50	5200	m

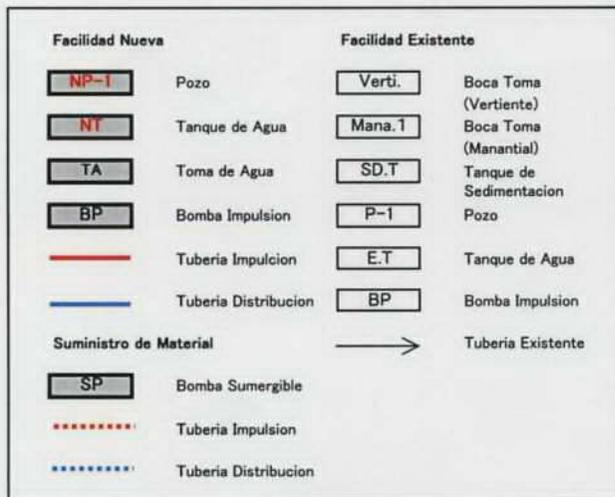
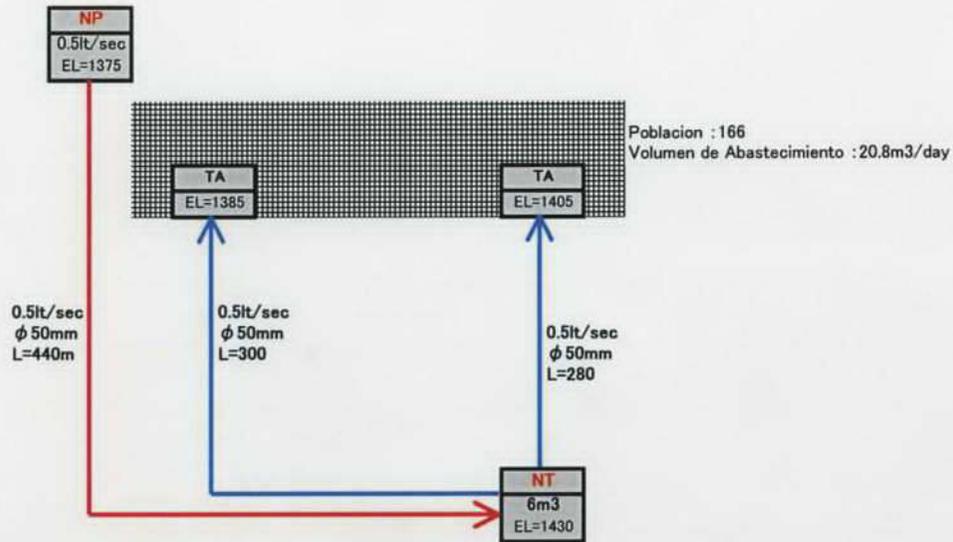
Facilidad Nueva		Facilidad Existente	
<b>NP-1</b>	Pozo	Verti.	Boca Toma (Vertiente)
<b>NT</b>	Tanque de Agua	Mana.1	Boca Toma (Manantial)
<b>TA</b>	Toma de Agua	SD.T	Tanque de Sedimentacion
<b>BP</b>	Bomba Impulsion	P-1	Pozo
	Tuberia Impulsion	ET	Tanque de Agua
	Tuberia Distribucion	BP	Bomba Impulsion
	Suministro de Material		Tuberia Existente
<b>SP</b>	Bomba Sumergible		
	Tuberia Impulsion		
	Tuberia Distribucion		



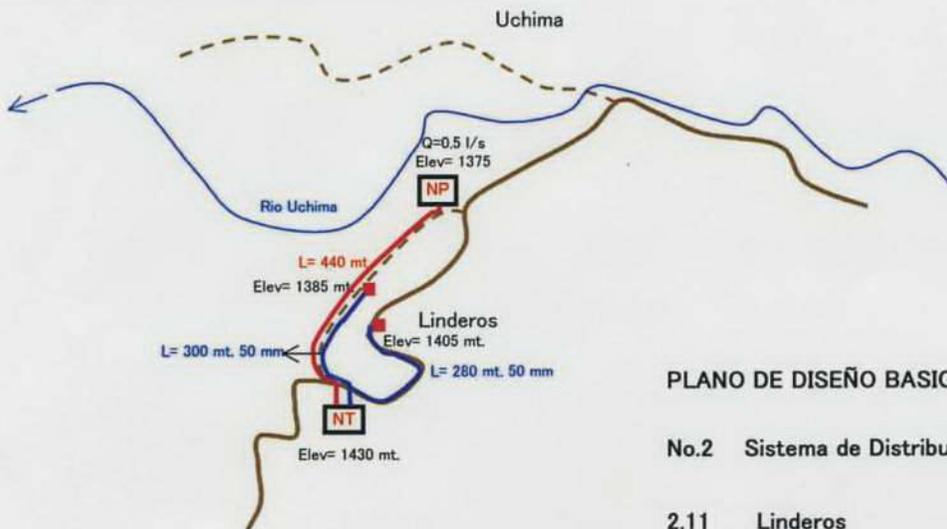
PLANO DE DISEÑO BASICO  
 No.2 Sistema de Distribucion  
 2.10 Machanguilla

Figura 2.3 Esquema del sistema de suministro de agua (No.10 Machanguilla)

No.18 Linderos



Pozo		1	Uni.
Tanque de Agua	6m3	1	"
Toma de Agua		1	Juego
Tuberia de Impulsion	φ 50	440	m
Tuberia de Distribucion	φ 50	580	m



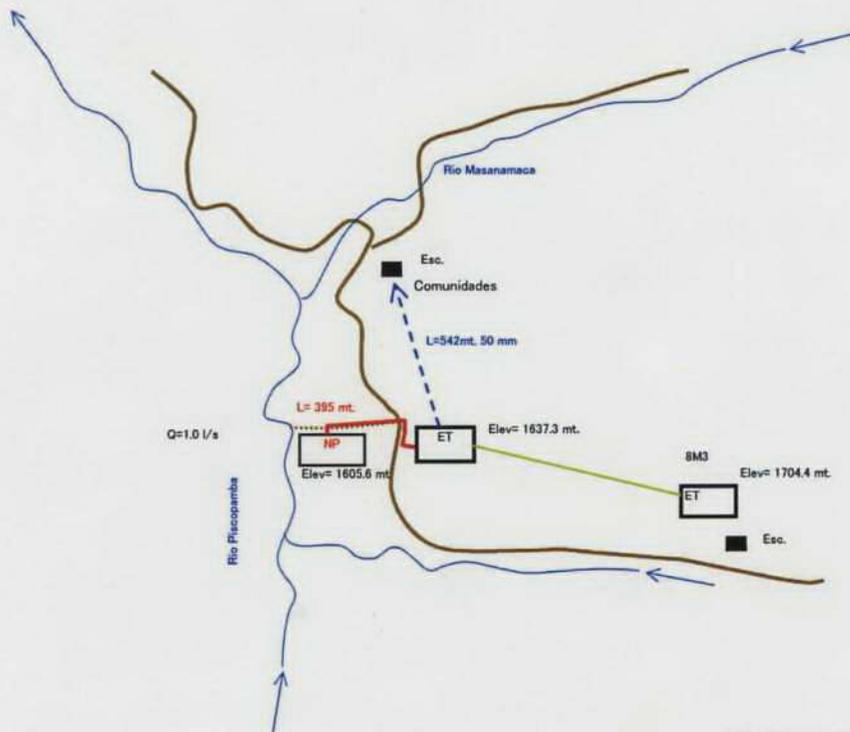
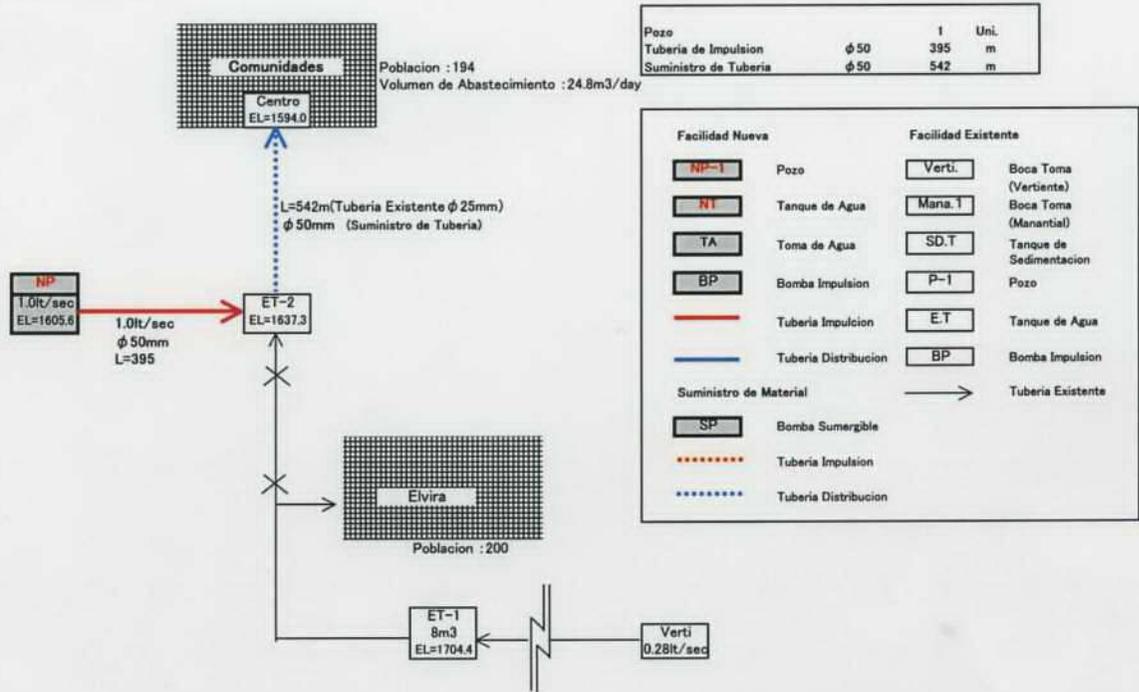
PLANO DE DISEÑO BASICO

No.2 Sistema de Distribucion

2.11 Linderos

Figura 2.3 Esquema del sistema de suministro de agua (No.11 Linderos)

No.19 Comunidades



PLANO DE DISEÑO BASICO

No.2 Sistema de Distribucion

2.12 Comunidades

Figura 2.3 Esquema del sistema de suministro de agua (No.12 Comunidades)

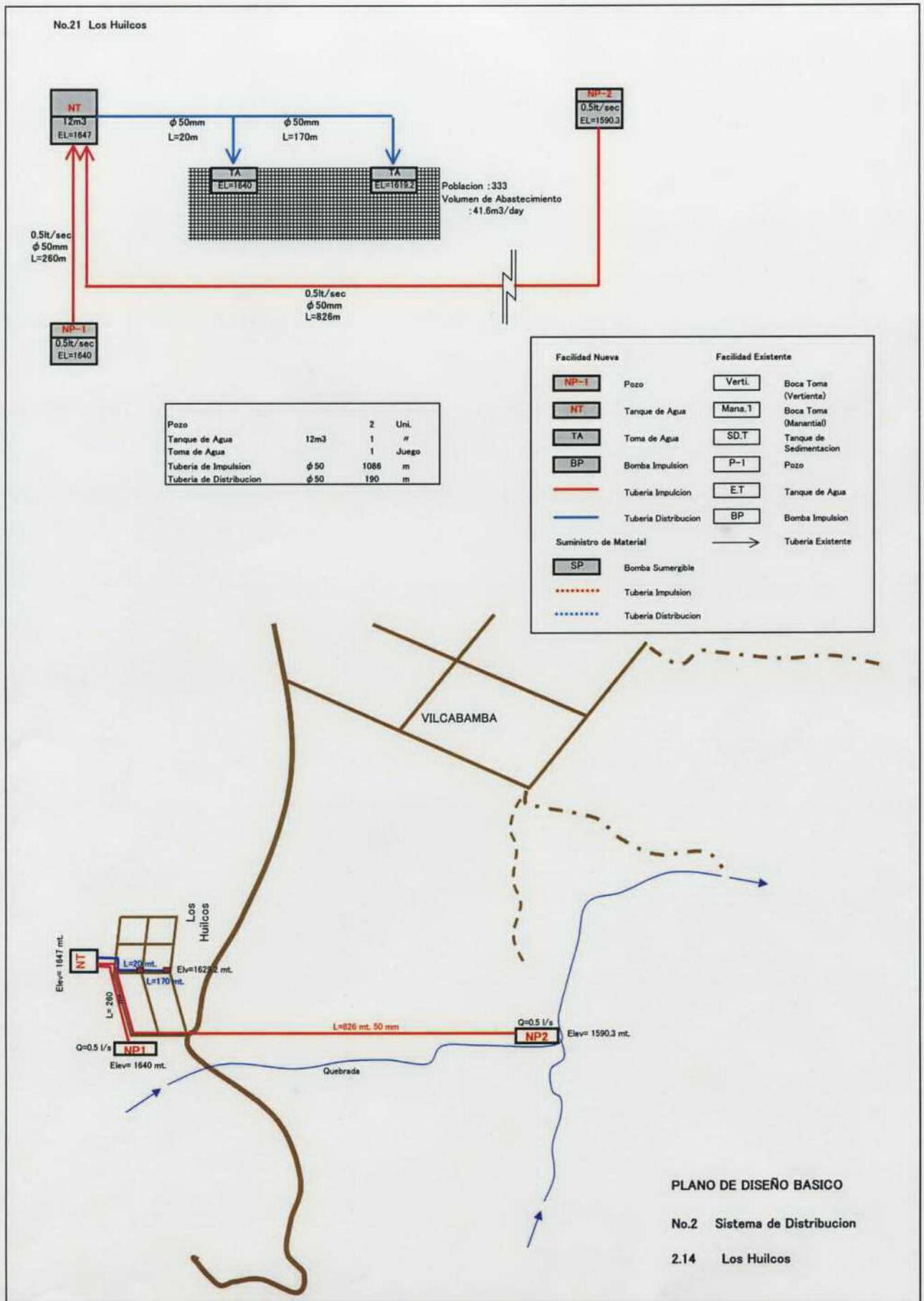


Figura 2.3 Esquema del sistema de suministro de agua (No.14 Los Huilcos)

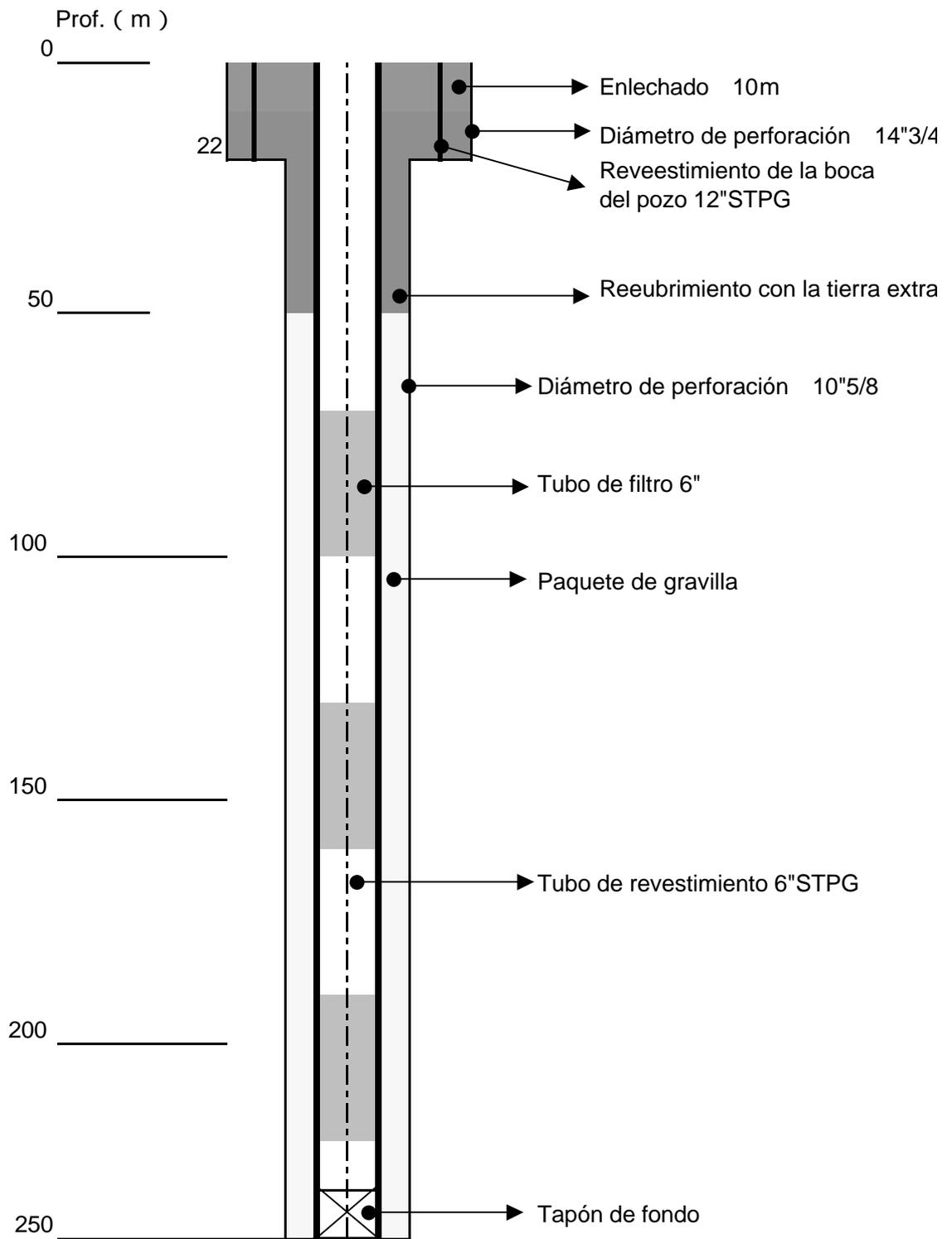


Fig.2.4 Esquema estructural de instalaciones de pozos

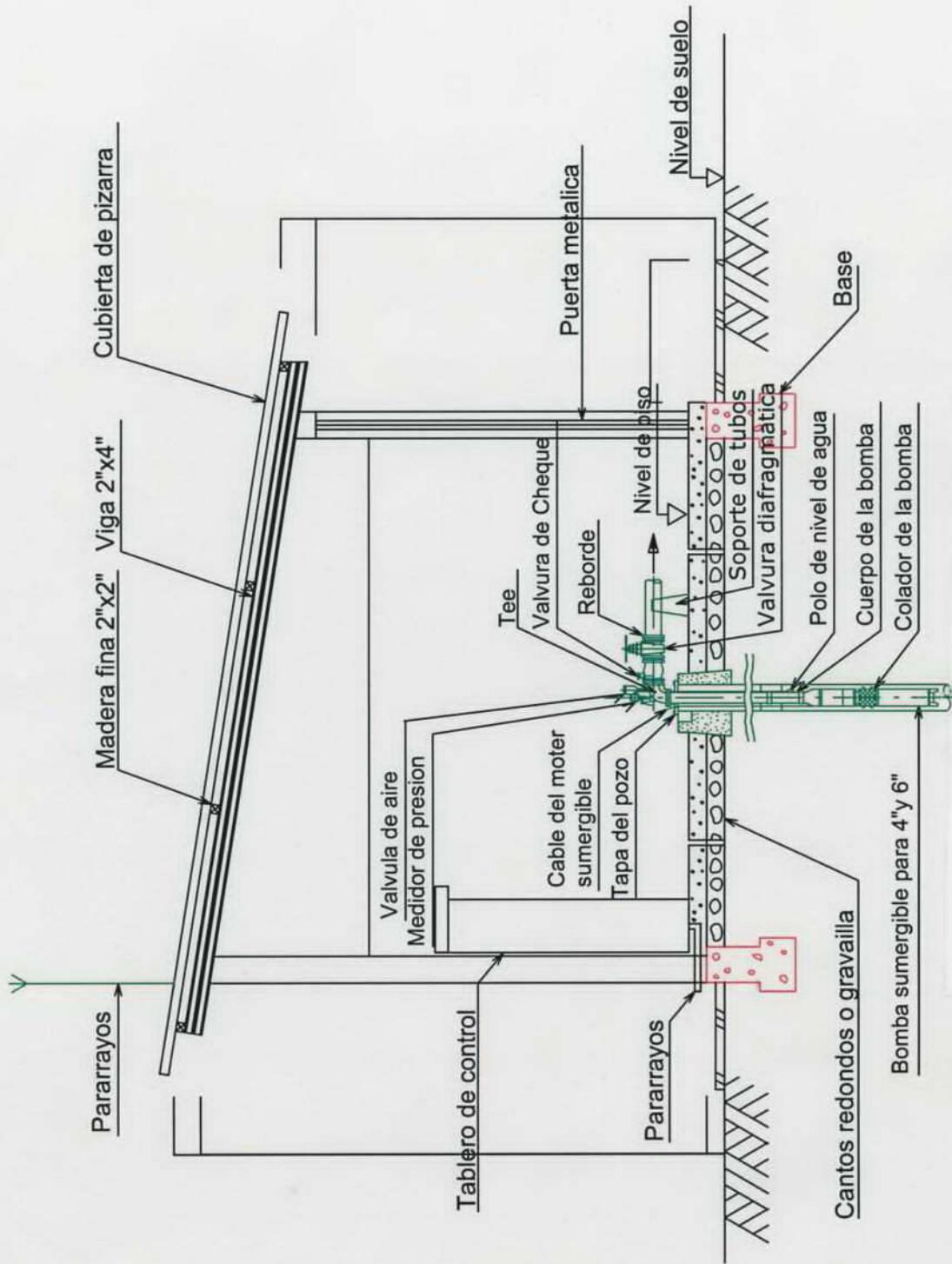
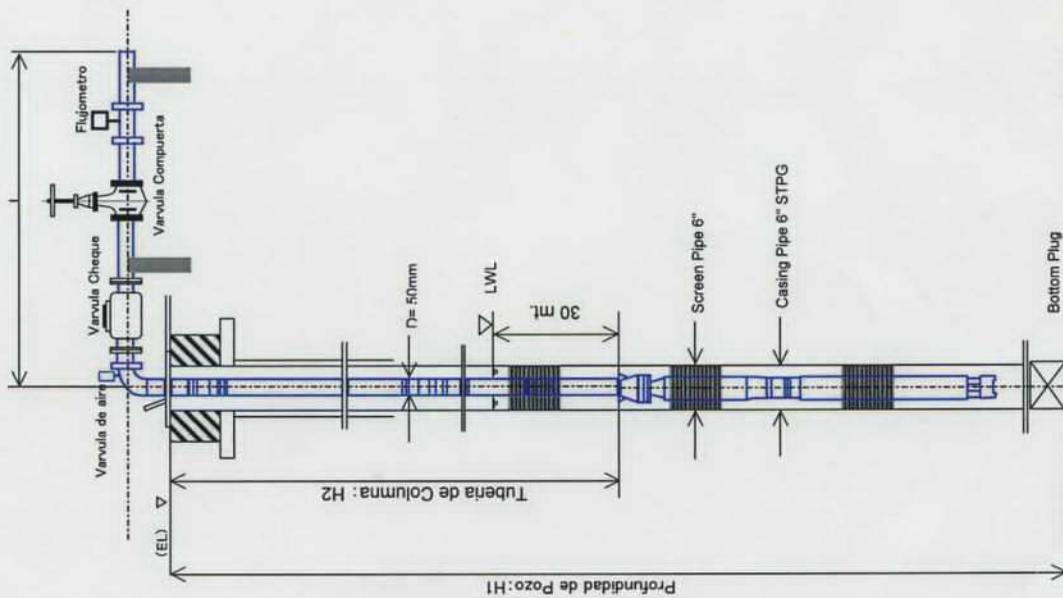


Fig. 2.5 Esquema estructural de instalación de pozos



Nombre de Comunidad		Prof. H1 (m)	Nivel Estatico (m)	Nivel Dinamico (m)	H2 (m)
1	Catacocha	130	20	50	80
	"	130	20	50	80
2	Playas	200	20	50	80
4	Centinelas de Sur	250	10	50	80
	"	250	10	50	80
6	Patuoco	150	20	60	90
9	Saraguro	200	10	30	60
	"	200	10	30	60
13	Saucillo	70	10	30	60
15	Machanguilla	250	30	80	110
18	Linderos	200	10	50	80
19	Comunidades	150	10	30	60
21	Los Huilicos	200	20	60	90
	"	200	20	60	90

Fig. 2.6 Esquema de la estructura de pozos

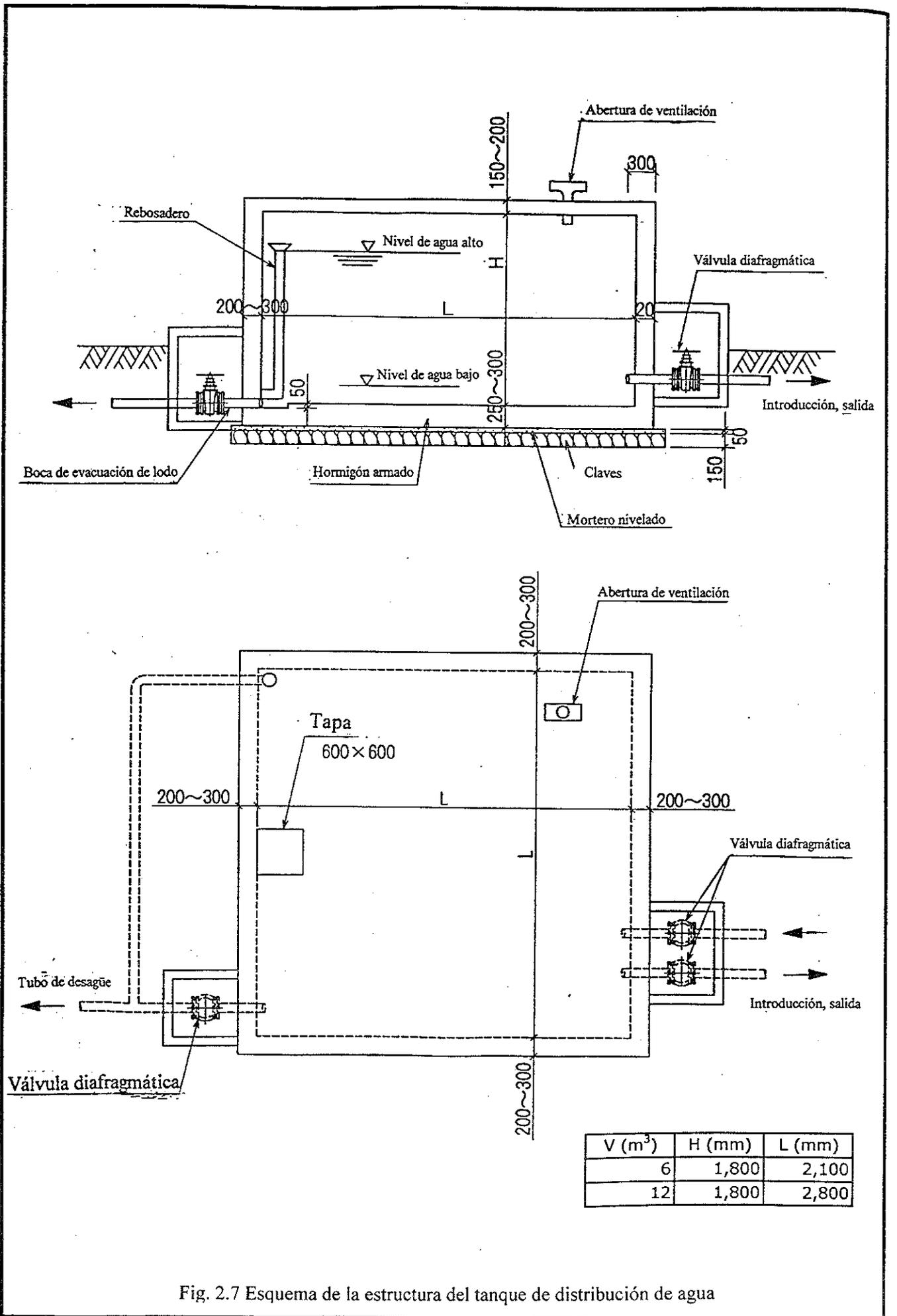


Fig. 2.7 Esquema de la estructura del tanque de distribución de agua

