

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**



**ALCANCE DE ALTERNATIVAS PARA PROCESOS
CONSTRUCTIVOS DE OBRAS CIVILES EN LA
INSTALACIÓN DE LÍNEAS DE GASEODUCTOS EN LA
COSTA PERUANA**

INFORME DE SUFICIENCIA

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO CIVIL

JAVIER LUIS SÁENZ ESPÍRITU

Lima- Perú

2015

Dedico este esfuerzo a mis padres Lucho y Doris quienes me dieron vida, educación y apoyo, a mi abuelo Isidoro. A la U.N.I. que me dio la formación, a mi esposa e hijos quienes son mi ayuda e inspiración. A todos ellos se los agradezco desde el fondo de mi alma. Para todos ellos hago esta dedicatoria.

	Pág.
RESUMEN	3
LISTA DE CUADROS	4
LISTA DE FIGURAS	5
INTRODUCCIÓN	6
CAPÍTULO I: RESEÑA HISTÓRICA DE OBRAS GASÍFERAS EN EL MEDIO PERUANO	7
1.1. ANTECEDENTES.....	7
1.2. ANÁLISIS DEL PROBLEMA.....	7
1.3. OBJETIVOS.....	7
1.4. RESULTADOS A OBTENER.....	8
CAPÍTULO II: DESCRIPCIÓN DE PROCEDIMIENTOS TRADICIONALES Y ALTERNATIVAS DE CONSTRUCCIÓN EN GASEODUCTOS	9
2.1 GENERALIDADES.....	9
2.2 PROCEDIMIENTO TRADICIONAL EN OBRAS CIVILES DE GASEODUCTO.....	9
2.2.1 Actividades tradicionales de preparación de terreno, excavación y relleno.....	9
2.3 PROCEDIMIENTOS ALTERNATIVOS EN OBRAS CIVILES DE GASEODUCTOS.....	14
2.3.1 Métodos alternativos de excavación.....	14
2.3.2 Métodos alternativos de rellenos.....	15
CAPÍTULO III: ANÁLISIS DE RENDIMIENTOS Y AFECTACIÓN EN LA PROGRAMACIÓN DE OBRA POR ALTERNATIVAS PLANTEADAS	17
3.1. ESQUEMA PARA TRABAJOS DE EXCAVACIÓN.....	17
3.1.1 Esquema tradicional de trabajo de excavación y producción en cantera de material para rellenos.....	17
3.1.2 Esquema alternativo para trabajos de excavación y producción de material para rellenos.....	19
3.2 ESQUEMA PARA TRABAJOS DE RELLENO.....	20
3.2.1. Esquema convencional para trabajos de rellenos.....	21
3.2.2. Esquema alternativo para trabajos de rellenos.....	22

CAPÍTULO IV: PROPUESTA DE ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS	25
4.1. ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS PARA TRABAJOS DE EXCAVACIÓN.....	25
4.1.1. APUs para trabajos convencionales de excavación y producción en cantera de material para rellenos.....	25
4.1.2. APUs propuestos para trabajos de excavación y producción de material para rellenos.....	28
4.2. ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS PARA TRABAJOS DE RELLENO.....	29
4.2.1. APUs para trabajos convencionales de rellenos.....	29
4.2.2. APUs propuestos para trabajos de rellenos.....	30
CAPÍTULO V: ESTRUCTURA DE PROCESOS Y CUADROS COMPARATIVOS.....	32
5.1. ANÁLISIS COMPARATIVO DE TRABAJOS EN EXCAVACIÓN Y PRODUCCIÓN EN CANTERA DE MATERIAL PARA RELLENOS...	32
5.1.1 Cuadro comparativo costo-beneficio.....	32
5.2. ANÁLISIS COMPARATIVO DE TRABAJOS DE RELLENO.....	32
5.2.1 Cuadro comparativo costo-beneficio.....	33
CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	34
6.1 CONCLUSIONES.....	34
6.2 RECOMENDACIONES.....	35
BIBLIOGRAFÍA.....	36
ANEXOS.....	37

RESUMEN

Considerando que la tendencia en el sector energético es la de masificar el consumo de gas en todo el Perú, es necesario dejar registro de experiencias aun pocas en el país para este tipo de trabajos, el gas explotado en Camisea-Cuzco es a hoy la fuente de gas única y consumida actualmente, Es conducida en un principio a Lima mediante el Gaseoducto troncal Cuzco-Lima. Seguido a ello se construye el gaseoducto de la región Ica el año 2013 de más de 317 Km como troncal principal.

La explotación del gas y su conducción conlleva a emplear métodos y tecnologías relativamente nuevas en este sector del medio peruano, diversas compañías extranjeras son las favorecidas en concesiones y licitaciones, siendo estas obras de común labor en países como Argentina, Colombia, Bolivia por mencionar a medios cercanos

Pro Inversión, organismo público llevó a cabo el pasado 30 de Junio del 2014 la celebración de la entrega de la Buena Pro a la empresa ganadora de la concesión por la ejecución y operación del Gaseoducto del Sur donde se estima una inversión de \$7,328 millones de dólares. Así se da entonces la necesidad de obras de gran envergaduras, las que originaran a su vez obras civiles de excavaciones con equipos y manuales, de prácticas comunes las cuales pueden ser mejoradas, por ello las alternativas para obtener un mejor rendimiento con tecnologías en aditamentos de excavadoras, equipos zanjadoras, uso de zarandas estáticas y demás, es por ello el presente estudio que de acuerdo a la poca experiencia dada en el medio tratamos de dar los alcances de diferentes alternativas exponiendo tanto sus ventajas como limitaciones, así mismo presentar el orden cronológico de estos procesos, sus análisis de precios unitarios, la conformación de cuadrillas para la ejecución de los trabajos y recomendaciones finales.

LISTA DE CUADROS

	Pág.
Tabla N° 4.1. APU Excavación y carguío.....	25
Tabla N° 4.2. APU Adecuación y mantenimiento de accesos.....	26
Tabla N° 4.3. APU Transporte de material a botadero.....	27
Tabla N° 4.4. APU Trabajos de acarreo a DME.....	27
Tabla N° 4.5. APU Explotación de material en cantera.....	28
Tabla N° 4.6. APU Carguío y transporte de material de relleno.....	28
Tabla N°4.7. APU Excavación y disposición de material de relleno con equipo zanjadora.....	29
Tabla N° 4.8. APU Relleno.....	30
Tabla N° 4.9. APU Triturado de material excavado en sitio.....	30
Tabla N° 4.10. APU Zarandeo y colocación directo de material en sitio.....	31
Tabla N° 5.1. Cuadro comparativo Costo-Rendimiento en excavación.....	32
Tabla N° 5.2. Cuadro comparativo Costo-Rendimiento en rellenos.....	33

	Pág.
Figura N° 2.1: Sección típica de plataforma de trabajo (Pisco-Ica).....	10
Figura N° 2.2: Vista de derecho de vía, plataforma de trabajo (Gaseoducto ramal Humay - Pisco).....	10
Figura N° 2.3: Trabajos de excavación tradicional (Gaseoducto ramal Ica).....	11
Figura N° 2.4: Trabajos de explotación de cantera y transporte de Material para rellenos (Gaseoducto troncal Ica-Nazca).....	12
Figura N° 2.5: Sección típica de estructura de rellenos.....	13
Figura N° 2.6: Método alternativo de excavación con equipo zanjadora (Gasoducto troncal Ica-Nazca).....	14
Figura N° 2.7: Método alternativo de producción de material para rellenos in-situ (Presentación de aditamentos MB S.p.A. The crushing evolution).....	15
Figura N° 2.8: Método alternativo de producción de material para rellenos in-situ.....	16
Figura N° 3.1: Sección típica de excavación.....	17
Figura N° 3.2: Esquema de trabajo de excavación y disposición de frentes de trabajo.....	19
Figura N° 3.3: Equipo zanjadora tipo Trencor 1260 (Presentación de equipos empresa PEREX-Troncal Ica-Nazca).....	20
Figura N° 3.4: Esquema de trabajo de rellenos y disposición de frentes de trabajo (Procedimientos constructivos Gaseoducto Consorcio GyM-Conciviles).....	21
Figura N° 3.5: Disposición de materiales de relleno (Proyecto PTAR – Arequipa - GMI).....	22
Figura N° 3.6: Proceso de triturado in-situ.....	23
Figura N° 3.7: Proceso de zarandeo in-situ.....	23
Figura N° 3.8: Proceso de zarandeo directo.....	24

INTRODUCCIÓN

Presento a consideración de los miembros del Jurado el Informe de Suficiencia “ALCANCE DE ALTERNATIVAS PARA PROCESOS CONSTRUCTIVOS DE OBRAS CIVILES EN LA INSTALACIÓN DE LÍNEAS DE GASEODUCTOS EN LA COSTA PERUANA”. El presente informe se realiza habiendo participado satisfactoriamente en la revisión del proyecto y ejecución del Gaseoducto de Ica con la empresa Consorcio GyM-Conciviles, obra que forma parte del Sistema Energético Nacional por lo que se desarrolla el presente tema en aras de las buenas prácticas de la Ingeniería Civil, a través del cual aspiro a obtener el Título de Grado de Ingeniero Civil que otorga la Universidad Nacional de Ingeniería a nombre de la Nación.

Mediante el desarrollo del presente tema se quiere brindar información técnica sobre nuevas alternativas a ser utilizadas en los procesos constructivos de las diversas obras civiles que se emplean en la construcción de líneas de gaseoductos que se vienen ejecutando a lo largo de la costa peruana. Esta información estará sustentada por un comparativo de costo-beneficio haciendo uso de las distintas alternativas que se emplean en el mercado, así mismo se acompañara de un análisis de rendimientos, tiempos y conformación de cuadrillas. Cada una de las alternativas se presentará con los análisis de precios unitarios respectivos.

De acuerdo al desarrollo del tema, este presentara lo siguiente:

En el Capítulo I, se describe los antecedentes, dando a conocer la tendencia de trabajos del sector, asimismo se analiza el problema y las probabilidades de encontrar alternativas de mejora con nuevas tecnologías en el mercado que se pueden emplear.

En el Capítulo II, se describe el detalle de los procesos que se llevan a cabo actualmente en las buenas prácticas de la ingeniería y las alternativas que se presentan a hoy.

En el Capítulo III, se analizarán las dos tendencias en cuanto a rendimientos, esquema de trabajo, desempeños y tiempos de ejecución.

En el Capítulo IV, se conforman los Análisis de Precios Unitarios como resultado de las consideraciones llevadas a cabo en el capítulo anterior, además de incluir precios se presentan cuadrillas como mano de Obra y materiales en caso se requieran.

En el Capítulo V, se hace una estructura de procesos para cada caso además del comparativo respectivo, resultados, discusión y el costo-beneficio.

En el Capítulo VI, se mencionan conclusiones y recomendaciones. Además de esto, se presenta una bibliografía y los anexos utilizados en el presente informe.

CAPITULO I: RESEÑA HISTÓRICA DE OBRAS GASÍFERAS EN EL MEDIO PERUANO

1.1 ANTECEDENTES

La explotación de gas natural como fuente de energía combustible data desde Agosto 2004, vale decir después de 20 años del hallazgo del yacimiento gasífero en Camisea – Cuzco, de donde hoy se provee de este combustible por un gasoducto a Lima (731kms), exactamente hasta el City Gate de Lurín-Lima pasando por las regiones de Cusco en su inicio, Ayacucho, Huancavelica, Ica y finalmente Lima; y, por un segundo ducto de líquidos paralelo (560 kms) donde son conducidos líquidos de gas natural hasta una planta ubicada en Pisco-Ica donde se fracciona en productos derivados y despachados tanto en barcos como en camiones cisternas; estos dos ductos fueron construidos por la empresa Argentina Techint desde Enero 2002 y entregados en Agosto 2004. En el 2012 el gaseoducto de la región Ica como troncal inicia su construcción llevada a cabo por el Consorcio Graña y Montero-Conciviles, 317 kms de tubería fueron instalados a lo largo de esta región con extensiones como ramales para las ciudades de Pisco, Ica y Nasca, parte de allí entonces las dos experiencias reales y únicas en nuestro medio.

1.2 ANÁLISIS DEL PROBLEMA

La explotación del gas y su conducción conlleva a emplear métodos y tecnologías relativamente nuevas de este sector en nuestro medio. Con la finalidad de optimizar costos y tiempos es que se hace importante la necesidad de contar con nueva literatura, manuales, procedimientos dando a conocer las nuevas alternativas constructivas en base a las experiencias que ya se viene dando en el mercado tecnológico actual.

1.3 OBJETIVOS

OBJETIVO PRINCIPAL

Brindar Información técnica de los métodos tradicionales y las alternativas a ser utilizadas en los procesos constructivos de las diversas obras civiles que se emplean en la construcción de líneas de gaseoductos que se ejecutan a lo largo de nuestra costa.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Efectuar un comparativo de costo-beneficio con las distintas alternativas que se emplean en el mercado, así mismo se acompañará de los análisis de rendimientos, tiempos y conformación de cuadrillas respectivas.

1.4 RESULTADOS A OBTENER

Con la información y los análisis respectivos del desarrollo del presente tema se espera obtener resultados que muestren la mejor opción a emplear sobre todo en cuanto a procesos de excavación y relleno se refieren, permitiendo conocer las opciones para ser aplicadas en procesos constructivos apoyados con información técnica que ayude a obtener el mejor y óptimo resultado en la explotación del gas y su conducción.

CAPITULO II: DESCRIPCIÓN DE PROCEDIMIENTOS TRADICIONALES Y ALTERNATIVAS DE CONSTRUCCIÓN EN GASEODUCTOS

2.1. GENERALIDADES

Actualmente las prácticas que se viene empleando en cuanto a excavaciones de líneas de tuberías enterradas que implica movimiento de tierras contempla el uso de equipos mecánicos como excavadoras, tractores, cargadores frontales, además del transporte de material con diversas alternativas tanto para eliminación como para rellenos, perforaciones en roca, procedimientos de voladuras, además de contar también con excavaciones y rellenos manuales realizadas por personal obrero.

Las alternativas que se presentan son por el avance tecnológico de equipos mecánicos además de aditamentos especiales a los equipos excavadoras con línea hidráulica, nuevos equipos mecánicos especializados como la zanjadoras. Se presenta una alternativa también en los trabajos de relleno con el uso de zaranda estacionaria directo.

2.2. PROCEDIMIENTO TRADICIONAL EN OBRAS CIVILES DE GASEODUCTO

2.2.1. Actividades tradicionales de preparación de terreno, excavación y relleno

En lo que respecta al movimiento de tierras se tiene contemplado el uso de tractores para la construcción de una plataforma de trabajo además de considerar los accesos laterales a la zona de trabajo ya que se trata en este caso de una obra de sentido longitudinal; esto como premisa, existiendo diferentes propuestas y circunstancias que existen para ello, así el uso de tractores tipo CAT D8 dependerá de lo agreste del terreno y del lastrado del acceso lateral con equipo motoniveladora y rodillo liso vibratorio, de igual forma es importante el transporte de materiales, de su eliminación, ejecución de relleno, transporte de personal, equipos, de agua, y la logística normal que siempre acompaña a toda obra con procesos conocidos como tren de producción.

En el gráfico 2.1 se muestra una sección transversal típica de una plataforma de trabajo tradicional.

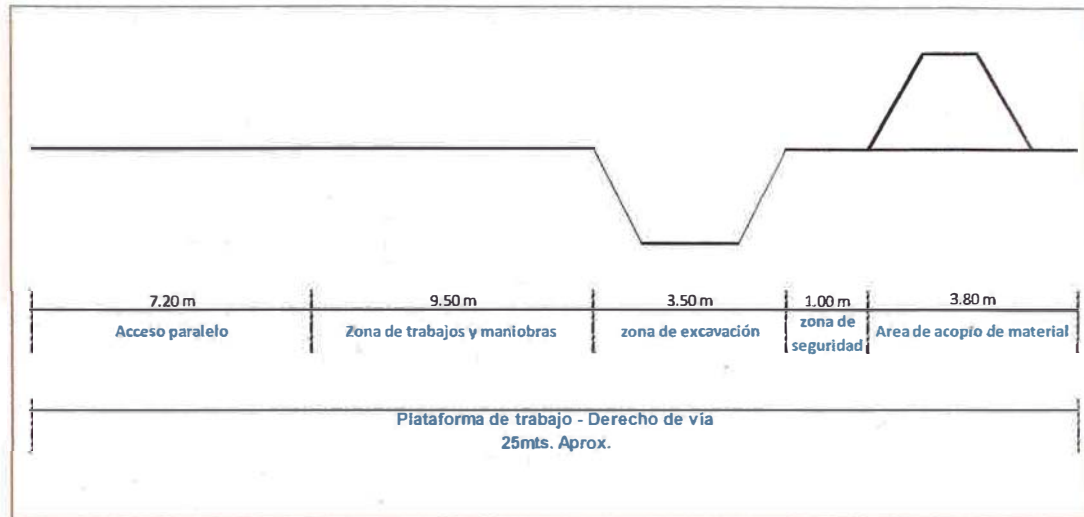


Figura N° 2.1: Sección típica de plataforma de trabajo (Pisco-Ica)



Figura N° 2.2: Fotografía de derecho de vía, plataforma de trabajo (Gaseoducto ramal Humay - Pisco)

Seguido al trabajo de conformación de plataforma se tiene previsto los trabajos de excavación como tal, y según los parámetros que en cada obra rige se definen en excavación con equipo mecánico tipo excavadora, en voladura con explosivos para suelos rocosos, y en casos puntuales para suelos ripeables con

tractor con ripper y martillos neumáticos (aditamento a excavadoras con línea hidráulica), y en casos específicos utilizar excavación manual, ya sea por interferencias con otras líneas, por limitaciones de espacios, etc.



Figura N° 2.3: Fotografía de trabajos de excavación tradicional (Gaseoducto ramal Ica)

Estos trabajos de excavación según se muestra en la Figura N° 2.3 están supeditados a una sección según planos, estas secciones a su vez están diseñadas ya sea por una evaluación en los estudios de suelos, por el diámetro de la tubería cubrir en su instalación, por fallas geológicas, cruces de ríos, interferencias existentes o futuras, accesorios de línea como válvulas, los cuales el equipo o el trabajo debe ser el adecuado para entregar o liberar la sección excavada. Estas secciones presentan taludes perfilados, con pendientes definidas ya sea por el ángulo de fricción del material en que se excava y/o por seguridad en la estabilización de los taludes.

De la misma forma los rellenos que se indican para cubrir el elemento, en este caso la tubería instalada, obedecen a especificaciones técnicas que implican la protección del elemento antes y después, vale decir de su recubrimiento aislándola de material con altos contenido de sales, humedad, elementos como rocas angulosas que puedan afectar el recubrimiento, para ello se toman en cuenta las arenas que serán colocadas en primer lugar como cama o suelo donde se apoyarán estas tuberías, que cabe mencionar son de material carbón-

steel en su gran mayoría, material que soporta grandes presiones con las que se transporta el gas, de la misma forma, se debe de tomar en cuenta materiales granulares a emplear para el relleno que los envuelve, a continuación se utilizará un relleno con material de clasificación menos exigente para su última protección. Estos rellenos naturalmente no se encuentran a lo largo de la zona de trabajo, por lo general se deben identificar canteras aledañas y todo lo que implica su explotación considerando cantidad y calidad además de tener en cuenta la distancia variable o de acceso a estas con respecto al punto de trabajo. Ver Figura N° 2.4 y Figura N° 2.5.



Figura N° 2.4: Fotografía de trabajos de explotación de cantera y transporte de Material para rellenos (Gaseoducto troncal Ica-Nazca)

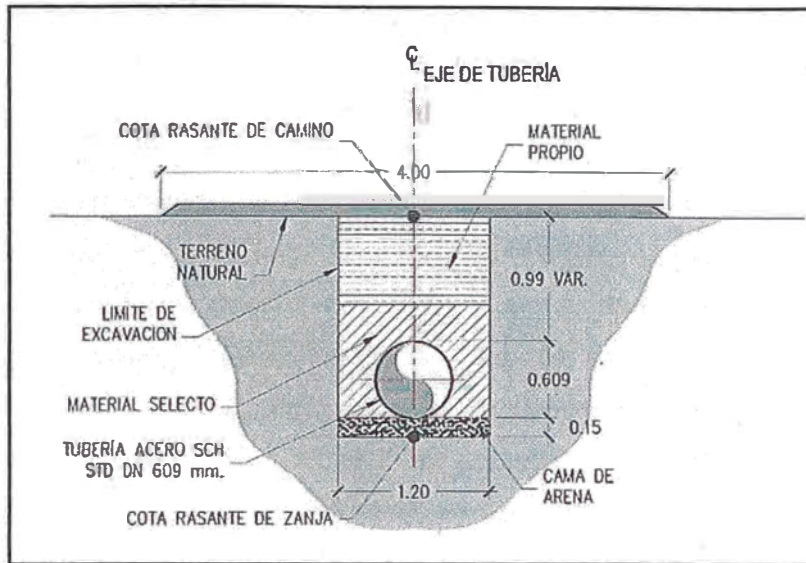


Figura N° 2.5: Sección típica de estructura de rellenos.

Propio de estos trabajos de movimiento de tierras donde implica el cambio del material extraído por otro de préstamo es la eliminación de material excedente a los depósitos definidos en los Estudios de Impacto Ambiental, lo que conlleva a labores de transporte, acarreo, de trabajos de adecuación de estas área y del material por depositar, temporal o permanentemente.

Como medida de control ambiental se tiene que prever la humectación del terreno y del material manipulado en lo que es movimiento de tierras, esto supeditado a las normas de seguridad y medio ambiente que el contratista practique.

En cuanto a los requerimientos y exigencias de seguridad, salud y medio ambiente se lista una serie de acciones, de materiales, de trabajos adicionales y aditamentos que deben tomarse en cuenta en estos tipos de trabajo:

- Para el tránsito en obra deben estar ubicadas las señaléticas respectivas, tanto en la zona de trabajo como en los accesos y obras provisionales
- El personal vigía que acompaña a los equipos y restringe su tránsito de estos vehículos o personas cercanas a ellos.
- Barricadas para las excavaciones, bermas en caso de pases vehiculares.
- Líneas de vida, arneses, vigías de espacios confinados, monitoreo de gases para excavaciones manuales a cierta profundidad.

2.3. PROCEDIMIENTOS ALTERNATIVOS EN OBRAS CIVILES DE GASEODUCTOS

2.3.1. Métodos alternativos de excavación

Los avances tecnológicos permiten hoy analizar nuevas opciones para optimizar la producción en Obra, con nuevos equipos específicos para cada tarea, tal es el caso de los equipos zanjadores, maquinarias de gran tamaño que consta de un sin fin llamado espada dentada, rotativo y graduable en altura y espesor, consta además de una vía de desalojo de material excavado tipo faja que reúne o acopia el material excavado a medida que se avanza, este material es gradado de acuerdo a los ajustes de los elementos que excavan, ideal para gradar el material a las exigencias de las especificaciones técnicas que definen los rellenos.



Figura N° 2.6: Fotografía de método alternativo de excavación con equipo zanjadora (Gasoducto troncal Ica-Nazca)

A demás de ello las zanjadoras minimizan el recurso humano y de equipos concentrando casi la totalidad del trabajo en un solo gran equipo, es operado por una sola persona, debe trazársele una guía que no es más que una paralela al

trazo de excavación, los elementos que excavan en parte son las picas o los llamados dientes que son de acero de alta resistencia, según ello es que la zanjadora tiene iguales o mejores rendimientos en suelos duros o roca que en conglomerados o suelos no homogéneos. Otra ventaja a resaltar son las secciones homogéneas que excava este equipo, minimizando las sobre excavaciones y por ende los sobre rellenos, este equipo se encuentra en formatos sobre ruedas u orugas este último facilita la estabilidad, transporte y maniobrabilidad en suelos poco estables y de pendientes considerables

2.3.2. Métodos alternativos de rellenos

Para la optimización de los recursos en los trabajos de rellenos se cuenta con aditamentos como tal es el caso de los accesorios para equipo excavadora, así tenemos las cucharas zarandas acoplables a la línea hidráulica de las excavadoras convencionales, de igual forma accesorios de triturado como las cucharas chancadoras, estos con la finalidad de obtener en la misma zona de trabajo y con el mismo material excavado el material de relleno con las características exigidas en las especificaciones técnicas respectivas.



Figura N° 2.7: Método alternativo de producción de material para rellenos in-situ.
Fuente: Presentación de aditamentos MB S.p.A. The crushing evolution

Se debe tener en cuenta que con este método se puede obviar los trabajos de explotación de canteras, transporte de material a eliminar y transporte de material de préstamo, permisos ambientales, derechos de explotación, trabajos de adecuación de accesos, etc.

Si bien los rendimientos por equipo son bajos, esto nos da una opción más dependiendo de las características de cada proyecto.

En el mercado se encuentra además la opción de las zarandas o cribas móviles, que acompañan al tren de relleno.

Estos equipos son autopropulsados y manejados por un operador que está en constante contacto con el trabajo de la excavadora que provee de material a la criba móvil sobre orugas, muestra de ello es el equipo ZARANDA TEREX FINLAY HIDRATRAK 596B, sin duda ya existen diferentes modelos en diferentes marcas que dan esta opción que, de la misma forma que los aditamentos a las excavadoras estos reciclan el material excavado dejando de lado las consideraciones de Depósitos de Material Excedente, de canteras y de transporte.



Figura N° 2.8: Método alternativo de producción de material para rellenos in-situ
Fuente: Presentación página Web de equipos Terex Finlay

CAPÍTULO III: ANÁLISIS DE RENDIMIENTOS Y AFECTACIÓN EN LA PROGRAMACIÓN DE OBRA POR ALTERNATIVAS PLANTEADAS

Según las alternativas a los métodos tradicionales se tienen consecuencias en rendimientos, en esquemas de trabajo, en tiempos y recursos, analizaremos las afectaciones y cambios en estos. Las consideraciones para esto es que tratamos con la experiencia llevada a cabo en Obras de la costa donde el material del suelo de fundación se rige entre arenas eólicas (duna) roca ripeable tipo caliche y roca dura, además de conglomerados en las cuencas de los valles costeros.

3.1. ESQUEMA PARA TRABAJOS DE EXCAVACIÓN

Para hacer el análisis comparativo respectivo involucraremos a la excavación la puesta a pie de obra del material de relleno, así tenemos:

3.1.1. Esquema tradicional de trabajo de excavación y producción en cantera de material para rellenos

Esto consta del equipo excavadora tipo CAT 336 para una sección como se muestra en el gráfico adjunto.

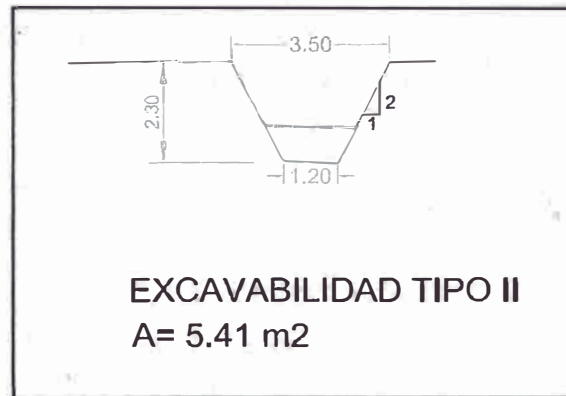


Figura N° 3.1: Sección típica de excavación

Fuente: Consorcio GyM-Conciviles/Proyecto Gaseoducto Ica

La excavación por seguridad se realizará en posición de retroceso y con la cabina del equipo opuesta a la maniobra de acopio lateral del material excavado, una vez depositado, este material se retirará a los patios en cantera para su tratamiento en la chancadoras zarandas, o en todo caso a los depósitos de material excedente para su eliminación, seguido el material de préstamo, optimo se producirá en cantera para ser transportado a pie de obra, estos materiales deberán cumplir con condiciones específicas para las capas de relleno, a esto debemos adicionar la habilitación de los accesos a canteras y demás.

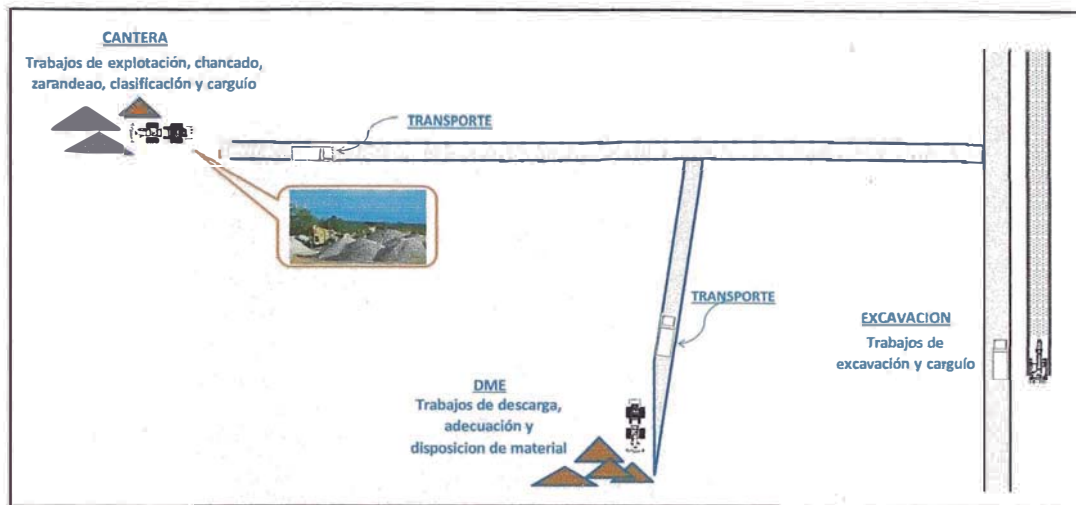


Figura N° 3.2: Esquema de trabajo de excavación y disposición de frentes de trabajo
Fuente: Procedimientos constructivos Gaseoducto Consorcio GyM - Conciviles

Por lo expuesto debemos resaltar las siguientes partidas:

- Excavación y carguío directo con equipo
- Adecuación y mantenimiento de accesos
- Transporte de material excedente
- Trabajos de adecuación en DME
- Explotación y producción de material de relleno en cantera
- Carguío y transporte de material de relleno

De las partidas mencionadas se tiene normalmente a la excavación como partida influyente en la ruta crítica de una programación en estos tipos de obras, los trabajos en canteras y transporte deben ser regulados, en el caso de transporte según las distancias y tiempos muertos además de iniciar con la debida anticipación los trabajos de explotación en las canteras.

Para los trabajos de excavación con equipo excavadora tipo CAT 336 en un terreno suelto a roca ripeable con taludes de 1:2 de 520 m³ por día, día de 8 horas como jornada, los insumos para ello serán:

Excavadora tipo CAT 336 (maquina a todo costo incluido operador)

Para un análisis comparativo debemos mencionar además los insumos equipos de la explotación de canteras y transporte de materiales:

- Volquetes 15m³ (la cantidad promedio para este análisis de 6 unidades)

- Zaranda mecánica vibratoria
- Tractor tipo CAT D8 (para explotación y acarreo en cantera)
- Motoniveladora (para trabajos de adecuación de accesos)
- Rodillo vibratorio autopropulsado de 10 ton (para trabajos de adecuación de accesos y en DME)
- Camiones Cisterna 5000glns (para humectación en manipulación de materiales)

El insumo mano de obra estará compuesto por:

- capataz de movimiento de tierras
operario de movimiento de tierras en canteras
- oficiales
- vigías cuadradores
- vigías de tránsito

Las consideraciones a tomar en cuenta son que cada equipo y vehículo se le asignara el costo por operación, vale decir a todo costo incluyendo mantenimientos, operadores, combustibles, etc. Adicional no se tomaran en cuenta en este análisis los gastos logísticos, administrativos, y demás que contemplan todos estos frentes de trabajo, dicho sea de paso oportunidad para una evaluación y análisis de otro estudio.

3.1.2. Esquema alternativo para trabajos de excavación y producción de material para rellenos

Tenemos como propuesta el uso de equipo zanjadora, que centra todo el trabajo en un solo equipo:

El equipo modulado ya las dimensiones de la zanja excava y acopia el material excavado a un lado a medida que avanza, el material producido es procesado desde su extracción, regulable para la obtención de una granulometría requerida.



Figura N° 3.3: Equipo zanjadora tipo Trencor 1260.

Fuente: Presentación de equipos empresa PEREX-Troncal Ica-Nazca

En cuanto a los Insumos el Equipo hace independiente el trabajo, se debe contar con un vigía en piso además de una supervisión temporal que pueda verificar el estado del equipo desde afuera, así como la presencia de elementos extraños, interferencias, cambio de suelos, etc.

De los rendimientos esperados por estos equipos con las condiciones propuestas para ambos casos, vale decir en un terreno suelto a roca ripeable de 320 m³ por día, día de 8 horas como jornada, será de 1,240 m³.

3.2. ESQUEMA PARA TRABAJOS DE RELLENO

En este caso, para el análisis comparativo involucraremos el trabajo de eliminación de material de excavación a los DME, producción de material de relleno en canteras, los respectivos transportes, y la colocación de los materiales de relleno respectivos.

3.2.1. Esquema convencional para trabajos de rellenos

Para los trabajos de relleno convencionales tenemos en cuenta que el material excavado se retira a los patios de tratamiento en las canteras, de ser el material excedente o no tratable se dispondrá a los Depósitos de Material Excedentes. En las canteras, ya sea de peña o de río se trabaja en la explotación como tal, para este caso consideramos canteras de peña, ya que en la costa peruana en los valles desérticos es común su conformación, estos trabajos pueden ser de acarreo, puede incluir trabajos de voladura (que para nuestro análisis obviaremos), además de trabajos de selección, de limpieza, combinación y demás. Seguido tenemos el carguío y transporte, para este caso consideramos el carguío con cargador frontal y el transporte con volquetes de capacidad de 15m³.

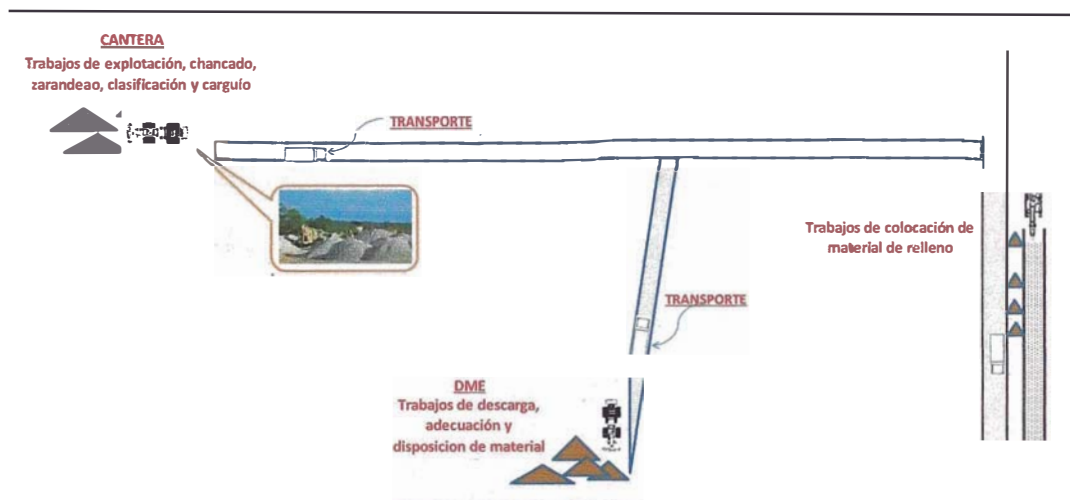


Figura N° 3.4: Esquema de trabajo de rellenos y disposición de frentes de trabajo.
Fuente: Procedimientos constructivos propuesta Gaseoducto Consorcio GyM-Conciviles.

El material selecto llega a pie de Obra donde es descargado según convenga, vale decir cada volquetada a la distancia de acuerdo a la sección por rellenar. La acción de relleno es llevada a cabo por equipo excavadora convencional respetando cotas según diseño.

Las partidas por lo expuesto a ser consideradas son:

- Explotación de cantera
- Disposición de material en DME
- Carguío y transporte

- Relleno con material de préstamo

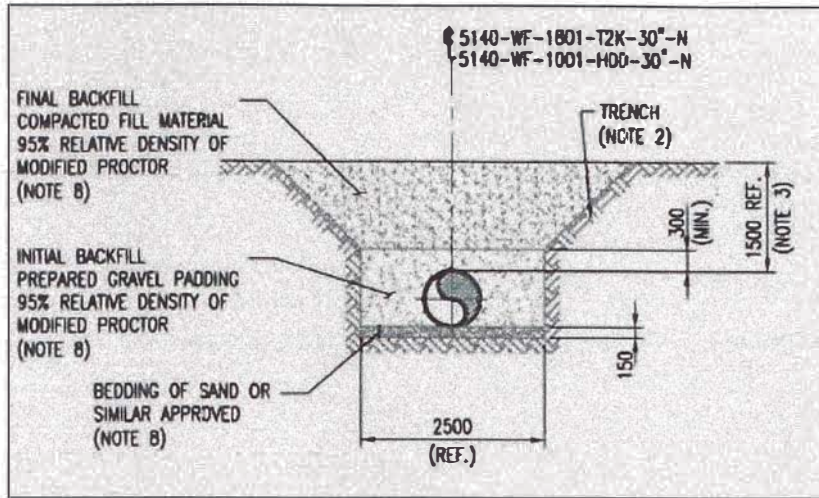


Figura N° 3.5: Disposición de materiales de relleno.

Fuente: Proyecto PTAR – Arequipa - GMI).

Los rendimientos para cada caso se definen en cada análisis de precio unitario (por partida).

3.2.2. Esquema alternativo para trabajos de rellenos

De las alternativas presentadas realizaremos el análisis para los trabajos de relleno con los accesorios para excavadoras que son las cucharas zarandas y cucharas chancadoras. Estos aditamentos tratan el material excavado según su disposición, tamaño necesario, dureza y necesidad. Para los trabajos de relleno en gasoductos es necesario contar con el material gradado menos a una pulgada (material pasante >1”), para ello la cuchara zaranda con este requisito cumple la función de asegurar este tamaño máximo, de ser necesario y por el tamaño del material excavado se requerirá de chancar previamente, es por ello la consideración de una excavadora con cuchara chancadora como tratamiento inicial. Ambos procesos independientes se llevan a cabo a pie de obra, por lo que se definen las siguientes partidas:

- Chancado de material en Obra.
- Zarandeo y disposición de material de relleno colocado.



Figura N° 3.6: Proceso de chancado in-situ. Fuente: MB Crushing

El gráfico N° 3.3 muestra el equipo excavadora convencional con el aditamento cuchara zaranda, (Ver Anexos), cabe resaltar que estos aditamentos son acoplables manualmente, por lo que el cambio con la cuchara chancadora podría darse en un solo equipo



Figura N° 3.7: Proceso de zarandeo in situ.

Fuente: MB Crushing



Figura N° 3.8: Proceso de zarandeo directo.

Fuente: MB Crushing

Como se ven en las vistas, Figura N° 3.8, el proceso fue pensado para no trasladar materiales, si no aprovechar el material de excavación y procesarlo en sitio, y a su vez colocarlo directo a medida que se selecciona.

CAPÍTULO IV: PROPUESTA DE ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

El comparativo se realizará en base a rendimientos, costos, recursos, beneficios. Para ello plasmaremos los rendimientos, recursos y costos por cada partida mencionada en el capítulo anterior.

4.1 ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS PARA TRABAJOS DE EXCAVACIÓN

Como se menciona, los Análisis de excavación obedecen a parámetros propios de cada zona de trabajo, de cada concepción del proceso de trabajo, por lo que las consideraciones que se tomarán serán para ambos casos, la zona, la costa peruana, con suelo suelto a roca ripeable, bajo las mismas condiciones de consumo de combustible, ya sea por temperatura, presión atmosférica, etc.

4.1.1 APU_s PARA TRABAJOS CONVENCIONALES DE EXCAVACIÓN Y PRODUCCIÓN EN CANTERA DE MATERIAL PARA RELLENOS

Teniendo identificadas ya las partidas de los trabajos convencionales y comparables en este análisis es que damos tenemos los siguientes APU_s.

Excavación y Carguío

Tabla N°4.1: APU excavación y carguío

Partida	02.02.02.02	CORTE EN SUELO TIPO I (HCC=4.0) PARA TUB. 14"					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 520.0000	EQ. 520.0000		Costo unitario directo por : m3		5.97
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
	Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ		hh	0.2500	0.0038	21.49	0.08
0147010003	OFICIAL		hh	1.0000	0.0154	14.57	0.22
0147010004	VIGIA		hh	1.0000	0.0154	13.12	0.20
							0.51
	Materiales						
0230010067	MATERIALES PARA TOPOGRAFÍA		glb		1.0000	0.10	0.10
							0.10
	Equipos						
020101010143	EXCAVADORA SOBRE ORUGAS 170-250 HP 1.50-2.75 yd3		hm	0.8300	0.0128	310.10	3.96
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	0.50	0.02
0348010029	CUADRILLA DE TOPOGRAFÍA		hm	1.0000	0.0154	90.00	1.38
							5.36

Fuente: Presupuesto Gaseoducto Consorcio GyM-Conciviles

Adecuación y mantenimiento de accesos

Tabla N°4.2: APU Adecuación y mantenimiento de accesos.

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.5000	0.0089	21.49	0.19
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.0178	17.19	0.31
0147010004	PEON	hh	5.0000	0.0889	13.12	1.17
Materiales						
0205010001	MATERIAL DE AFIRMADO PUESTO EN VIA	m3		1.1500	37.00	42.55
010430010112	AGUA PARA LA OBRA	m3		0.1200	34.37	4.12
Equipos						
020101010119	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOP. 101-135HP 10-12 ton	hm	0.2000	0.0036	152.47	0.54
020101010120	MOTONIVELADORA 145-150HP	hm	0.8000	0.0142	209.76	2.98
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	0.50	0.03
						3.55

Fuente: Presupuesto Gaseoducto Consorcio GyM - Conciviles

Del análisis de precio para la adecuación de accesos Tabla N°4.2 debemos considerar un prorrateo por cada m3 de excavación para poder hacer la comparación con parámetros equivalentes, vale decir que, para el proyecto muestra se tienen las siguientes consideraciones:

- Para los 317 kms de excavación, en el proyecto se consideraron y adecuaron 70 kms de accesos para canteras.
- Por cada metro lineal de zanja, se tiene 5.40 m3 de excavación según sección mostrada gráfico N°3.1.
- Por cada metro lineal de excavación se requiere 80 cm de altura de material tamizado, vale decir 1.30 m3 por lo que en este proyecto se requiere de 412,100 m3 de material de reemplazo.
- Para 70,000m de accesos, en una sección de 0.10x3.50 se necesitan 24,500m3.
- Por lo expuesto por 412,100 m3 se necesitan 24,500 m3 de material para accesos, eso es por cada 1m3 de excavación se necesita 0.06 m3 de acceso

Por lo expuesto el costo por m³ de excavación en adecuación de accesos y a tomar en cuenta para nuestro análisis comparativo será en esa misma proporción de 1:0.06, ósea 3.08 soles.

Transporte de material a botaderos

Tabla N°4.3: APU transporte de material a botadero.

Partida	02.05.01	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE POR EXCAVACION EN SUELO TIPO II					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 920.0000	EQ. 920.0000		Costo unitario directo por : m3	11.58	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra							
0147010001	CAPATAZ		hh	0.1000	0.0009	21.49	0.02
0147010003	OFICIAL		hh	1.0000	0.0087	14.57	0.13
							0.15
Equipos							
020101010106	CAMION VOLQUETE DE 15 M3		hm	6.0000	0.0522	210.14	10.96
020101010145	EXCAVADORA SOBRE ORUGAS 170-250 HP 1.50-2.75 yd ³		hm	0.1700	0.0015	310.10	0.46
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	0.50	0.02
							11.44

Fuente: Presupuesto Gaseoducto Consorcio GyM-Conciviles

Trabajos de acarreo en DME

Tabla N°4.4: APU trabajos de acarreo en DME.

Partida	900.12F	ACONDICIONAMIENTO DE DEPOSITOS DE MATERIAL EXCEDENTE					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 600.0000	EQ. 600.0000		Costo unitario directo por : m3	4.56	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra							
0147010001	CAPATAZ		hh	0.1000	0.0013	21.49	0.03
0147010003	PEON		hh	1.0000	0.0133	13.12	0.17
							0.20
Materiales							
0147010001	COSTO DE USO DE DME		m3		1.0000	0.50	0.50
0147010003	AGUA PARA RIEGO		m3		0.0250	34.37	0.86
							1.36
Equipos							
020101010106	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOP. 101-135HP 10-12 ton		hm	0.3000	0.0040	152.47	0.61
020101010145	TRACTOR DE ORUGAS DE 140-1660 HP		hm	0.7000	0.0093	254.58	2.38
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	0.50	0.02
							3.00

Fuente: Gaseoducto Consorcio GyM-Conciviles

Explotación de material en cantera

Tabla N°4.5: APU explotación de material en cantera.

Partida	900.12F	EXPLOTACION DE MATERIAL EN CANTERA						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 550.0000	EQ. 550.0000		Costo unitario directo por : m3		5.09	
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra								
0147010001	CAPATAZ			hh	0.1000	0.0015	21.49	0.03
0147010003	OFICIAL			hh	1.0000	0.0145	14.57	0.21
								0.24
Materiales								
0147010001	COSTO DE USO DE CANTERA			m3		1.0000	0.50	0.50
0147010003	AGUA PARA RIEGO			m3		0.0250	34.37	0.86
								1.36
Equipos								
020101010106	EXCAVADORA SOBRE ORUGAS 170-250 HP 1.50-2.75 yd3			hm	0.7700	0.0112	310.10	3.47
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		3.0000	0.50	0.02
								3.49

Fuente: Presupuesto Gaseoducto Consorcio GyM-Conciviles

Carguío y transporte de material de relleno

Tabla N°4.6: APU carguío y transporte de material de relleno.

Partida	02.03.02.01	TRANSPORTE DE ARENA D<=5 KM						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 940.0000	EQ. 940.0000		Costo unitario directo por : m3		11.49	
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra								
0147010001	CAPATAZ			hh	0.1000	0.0009	21.49	0.02
0147010003	OFICIAL			hh	1.0000	0.0085	14.57	0.12
								0.14
Equipos								
020101010106	CAMION VOLQUETE DE 15 M3			hm	6.0000	0.0511	210.14	10.73
020101010145	EXCAVADORA SOBRE ORUGAS 170-250 HP 1.50-2.75 yd3			hm	0.2300	0.0020	310.10	0.61
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		3.0000	0.50	0.02
								11.35

Fuente: Presupuesto Gaseoducto Consorcio GyM-Conciviles

4.1.2. APUs PROPUESTOS PARA TRABAJOS DE EXCAVACION Y PRODUCCION DE MATERIAL PARA RELLENOS

Por la parte de los nuevos procedimientos mencionados tenemos las siguientes APUs.

Excavación y disposición de material de relleno con Equipo Zanjadora

Tabla N°4.7: APU Excavación y disposición de material de relleno con Equipo Zanjadora.

Partida	02.02.02.02	EXCAVACION Y DISPOSICIÓN DE MATERIAL DE RELLEO CON EQUIPO ZANJADORA					
Rendimiento	m3/DIA	MO.	640.0000	EQ.	640.0000	Costo unitario directo por : m3	15.06
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0147010001	CAPATAZ	hh	0.2500	0.0031	21.49	0.07	
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.0125	14.57	0.18	
0147010004	VIGIA	hh	1.0000	0.0125	13.12	0.16	
							0.41
Materiales							
0230010067	MATERIALES PARA TOPOGRAFIA	glb		1.5000	0.10	0.15	
							0.15
Equipos							
020101010143	ZANJADORA TIPO TRENCOR 1260	hm	1.0000	0.0125	1,068.75	13.36	
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.50	0.02	
0348010029	CUADRILLA DE TOPOGRAFIA	hm	1.0000	0.0125	90.00	1.13	
							14.50

Fuente: Propuesta PEREX Gaseoducto Consorcio GyM-Conciviles

4.2. ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS PARA TRABAJOS DE RELLENO

Para el análisis de los trabajos en rellenos se debe, de la misma forma adoptar ciertos parámetros para ambos casos a comparar, vale decir la accesibilidad, las condiciones de clima, y presión que influyen en rendimientos y consumos de combustibles y consumibles.

4.2.1. APUs PARA TRABAJOS CONVENCIONALES DE RELLENOS

Para los análisis de Precios Unitarios comparables en el caso de rellenos tendremos las partidas ya expuestas en los ítems anteriores, estos son:

- Tabla N°4.3 APU transporte de material a botadero
- Tabla N°4.4 APU trabajos de acarreo en DME
- Tabla N°4.5 APU explotación de material en cantera.
- Tabla N°4.6 APU carguío y transporte de material de relleno

Además de la partida propia de relleno que se muestra en la tabla siguiente:

Relleno

Tabla N°4.8: APU Relleno.

Partida	02.01.02	RELLENO						
Rendimiento	m3/DIA	MO.	750.0000	EQ.	750.0000	Costo unitario directo por : m3		5.04
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra								
0147010001	CAPATAZ			hh	0.2000	0.0021	21.49	0.05
0147010002	OPERARIO			hh	1.0000	0.0107	17.19	0.18
0147010004	PEON			hh	3.0000	0.0320	13.12	0.42
								0.65
Materiales								
0230010067	MATERIALES PARA TOPOGRAFIA			glb		1.0000	0.10	0.10
								0.10
Equipos								
020101010144	EXCAVADORA SOBRE ORUGAS 170-250 HP 1.50-2.75 yd3			hm	1.0000	0.0107	310.10	3.31
0348010029	CUADRILLA DE TOPOGRAFIA			hm	1.0000	0.0107	90.00	0.96
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		5.0000	0.50	0.03
								4.29

Fuente: Propuesta PEREX Gaseoducto Consorcio GyM-Conciviles

4.2.2. APUs PROPUESTOS PARA TRABAJOS DE RELLENOS

De lo propuesto como alternativa a los trabajos de producción de material para rellenos y rellenos como tal tenemos los siguientes APUs.

Triturado de material excavado en sitio

Tabla N°4.9: APU Chancado de material excavado en sitio.

Partida	02.02.02.02	TRITURADO DE MATERIAL EXCAVADO EN SITIO						
Rendimiento	m3/DIA	MO.	153.6000	EQ.	153.6000	Costo unitario directo por : m3		18.40
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra								
0147010001	CAPATAZ			hh	0.5000	0.0260	21.4875	0.56
0147010003	OFICIAL			hh	0.5000	0.0260	14.5700	0.38
0147010004	VIGIA			hh	1.0000	0.0521	13.1200	0.68
								1.62
Equipos								
020101010143	EXCAVADORA SOBRE ORUGAS 170-250 HP 1.50-2.75 yd3			hm	1.0000	0.0521	310.10	16.15
	CUCHARA CHANCADORA BF 120.4			hm	1.0000	0.0521	11.69	0.61
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		3.0000	0.50	0.02
								16.77

Fuente propia

Zarando y colocado directo de material de sitio

Tabla N°4.10: APU Zarando y colocado directo de material de sitio.

Partida	02.02.02.02	ZARANDEADO Y COLOCADO DIRECTO DE MATERIAL CHANCADO DE SITIO					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 224.0000	EQ. 224.0000		Costo unitario directo por : m3		12.45
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.5000	0.0179	21.49	0.38	
0147010003	OFICIAL	hh	0.5000	0.0179	14.57	0.26	
0147010004	VIGIA	hh	1.0000	0.0357	13.12	0.47	
							1.11
	Equipos						
020101010143	EXCAVADORA SOBRE ORUGAS 170-250 HP 1.50-2.75 yd ³	hm	1.0000	0.0357	310.10	11.08	
	CUCHARA ZARANDA TIPO MBS18	hm	1.0000	0.0357	6.89	0.25	
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.50	0.02	
							11.34

Fuente propia

CAPITULO V: ESTRUCTURA DE PROCESOS Y CUADROS COMPARATIVOS

5.1. ANÁLISIS COMPARATIVO DE TRABAJOS EN EXCAVACIÓN Y PRODUCCIÓN EN CANTERA DE MATERIAL PARA RELLENOS

El análisis se basa en los APUs presentados, estos a su vez son llevados a la unidad de excavación, vale decir 1m³, esto para el comparativo en costo

5.1.1 CUADRO COMPARATIVO COSTO-BENEFICIO

La tabla siguiente muestra el comparativo costo además de mencionar el rendimiento en cada caso, vale decir, en la programaciones, la ruta crítica en el proceso convencional normalmente se da en la partida excavación y carguío, cuestión que asumimos para nuestro análisis de rendimientos.

Tabla N°5.1: Cuadro comparativo Costo-Rendimiento en excavación.

EXCAVACION Y DISPOSICIÓN DE MATERIAL EXCAVADO Y DE RELLENO			
ANÁLISIS COMARATIVO DE COSTOS			
PARTIDAS PROCESO TRADICIONAL	COSTO S/.POR M3 EXCAVADO	PARTIDA PROCESO ALTERNATIVO	COSTO S/.POR M3 EXCAVADO
✓ Excavación y carguío	5.97 m ³	✓ Excavación y disposición de material de relleno con equipo Zanjadora	15.06 m ³
✓ Adecuación y mantenimiento de accesos	3.08 m ³		
✓ Transporte de material a botaderos	11.58 m ³		
✓ Trabajos de acarreo en DME	4.56 m ³		
✓ Explotación de material en cantera	5.09 m ³		
✓ Carguío y transporte de material de relleno	11.49 m ³		
	41.78 m³		15.06 m³
ANÁLISIS COMARATIVO DE RENDIMIENTOS			
PARTIDA CRÍTICA PROCESO TRADICIONAL	RENDIMIENTO	PARTIDA PROCESO ALTERNATIVO	RENDIMIENTO
✓ Excavación y carguío	520.00 m ³ /DIA	✓ Excavación y disposición de material	640.00 m ³ /DIA
	520.00 m³/DIA		640.00 m³/DIA

Fuente propia

5.2. ANÁLISIS COMPARATIVO DE TRABAJOS DE RELLENO

En las actividades de rellenos, se toman en cuenta los APUs de transporte y trabajos tanto en cantera como en botadero como se menciona en la sección 4.2.1.

5.2.1 CUADRO COMPARATIVO COSTO-BENEFICIO

Tabla N°5.2: Cuadro comparativo Costo-Rendimiento en rellenos.

PRODUCCIÓN DE MATERIAL DE RELLENO, Y COLOCACIÓN			
ANÁLISIS COMARATIVO DE COSTOS			
PARTIDAS PROCESO TRADICIONAL	COSTO SI, POR M3 EXCAVADO	PARTIDA PROCESO ALTERNATIVO	COSTO SI, POR M3 EXCAVADO
✓ Adecuación y mantenimiento de accesos	3.11 m3	✓ Chancado de material excavado en sitio	18.40 m3
✓ Transporte de material a botaderos	11.58 m3	✓ Zarando y colocado diecto de material de sitio	12.45 m3
✓ Trabajos de acarreo en DME	4.56 m3		
✓ Explotación de material en cantera	5.09 m3		
✓ Carguío y transporte de material de relleno	11.49 m3		
✓ Relleno	5.04 m3		
	40.89 m3		30.85 m3
ANÁLISIS COMARATIVO DE RENDIMIENTOS			
PARTIDA CRITICA PROCESO TRADICIONAL	RENDIMIENTO	PARTIDA CRITICA PROCESO ALTERNATIVO	RENDIMIENTO
✓ Relleno	750.00 m3/DIA	✓ Chancado de material excavado en sitio	153.60 m3/DIA
	750.00 m3/DIA		153.60 m3/DIA

Fuente propia

Cabe mencionar que en estos casos solo se comparan costos directos, los que a su vez arrastran costos indirectos que no son tomados en cuenta en este informe pero que influyen en la concepción de estos trabajos.

CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 CONCLUSIONES

1. Teniendo en cuenta la poca experiencia en el medio peruano en cuanto a obras de envergaduras como las de instalaciones de gaseoductos (troncales de gas) es que se realiza el análisis con las diferentes propuestas de nuevas alternativas en los procesos constructivos (obras civiles, excavación y rellenos).
2. Para los trabajos de excavación se toma en cuenta en el procedimiento tradicional los procesos, además de explotación de material en cantera, disposición de material excedente, transportes y carguíos vs el proceso único de excavación, tratamiento y disposición a pie de obra del procedimiento alternativo que es descrito con equipo zanjadora
3. Bajo las condiciones establecidas resulta comparable los rendimientos de 520 m³/día del procedimiento tradicional con los 640 m³/día que resulta con el procedimiento alternativo con equipo zanjadora.
4. En costo directo para los trabajos de excavación y disposición de material para relleno a pie de obra es comparable el costo del procedimiento tradicional de S/. 41.76 el m³ contra S/. 15.06 el m³ por parte del proceso de excavación con equipo zanjadora.
5. En estos análisis no se toman en cuenta los costos y tiempos de movilización, estos zanjadoras no se encuentran en el medio local, su traslado de distintos puntos del mundo requieren de una logística que hay que tomar en cuenta, ya que estos equipos sobrepasan las 70 toneladas
6. Para trabajos de rellenos se toma en cuenta para comparar las partidas en el proceso tradicional de explotación de material es de cantera, disposición del material excedente en depósitos indicados, transporte, adecuación de acceso, los cuales conlleva a un costo unitario de S/. 40.89 el m³, esto comparable a S/. 30.86 el m², que resulta con el procedimiento alternativo propuesto y que consta del chancado del material excavado con aditamento trituradora a excavadora y aditamento de zaranda, para excavadora seleccionando in situ y colocando el material tratado.
7. Los rendimientos como análisis de los escenarios propuestos en rellenos es con el método tradicional en las partidas descritas en el ítem anterior de 760

m³/día, versus los 153 m³/día que ofrece el método con la alternativa propuesta.

8. Los trabajos complementarios para la explotación de material en cantera y su transporte (en las partidas de material de relleno), son los que hacen la diferencia en cuanto a la opción paralela que es la del uso del equipo zanjadora.
9. Para los trabajos de rellenos, con la alternativa propuesta son comparables los costos y rendimientos, sin embargo el rendimiento de este último es muy bajo en cuanto a la producción normal, tiempos muertos e incumplimiento en la programación afectaría esta opción.

6.2 RECOMENDACIONES

1. El trabajo de instalación de redes troncales para gaseoductos se basa sobre todo en una logística de acompañamiento para un trabajo industrializado en el frente de trabajo, por lo que es necesario contar con todos los materiales, implementos y facilidades, por ello la importancia de optimizar recursos, tiempos y equipo, las alternativas propuestas son considerables para estos proyectos.
2. En Obras de envergadura la opción de rellenos en cuanto a la alternativa con aditamentos para excavadoras no es recomendable, puesto que para estos trabajos de movimiento de tierras masivos no son por los rendimientos los más adecuados.
3. Con el análisis realizado se puede recomendar la opción de aditamentos para excavadoras para trabajos puntuales, en donde el rendimiento no prevalezca sobre el costo o las condiciones especiales de la Obra.

BIBLIOGRAFÍA

1. Fernández Sotelo, Ricardo Julio, Tesis de Grado: "VOLADURA PARA INSTALACIONES DE DUCTOS ENTERRADOS" UNI-FIGMM 2012.
2. Galindo Huamán, Omar Germán, Tesis de Grado: "PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DEL GASEODUCTO DE DISTRIBUCIÓN DE GAS NATURAL EN LIMA Y CALLAO" UNI - FIM 2006.
3. Presentación Digital e Impresa de equipos y aditamentos MB The Crushing Evolution. 1ra. Edición.
4. Tarex Everaldo, Rojas Dávila, Tesis de Grado: "DISEÑO Y CONSTRUCCION DE INSTALACIONES DE GAS LICUADO DE PETROLEO Y DE GAS NATURAL PARA USO COMERCIAL" UNI-FIC 2007.