***OPTIMIZACIONES PLMQ***

La primera Línea del Metro de Quito, es enteramente subterránea. El túnel discurre, a lo largo de la ciudad, atravesando diferentes tipos y condiciones de terreno. El Proyecto adjudicado, realizado por Metro de Madrid, contiene y se basó en datos geotécnicos obtenidos de forma expresa para este Proyecto.

Como en todo proyecto de ingeniería que defina estructuras y métodos de excavación subterráneos, la información con la que se realiza el diseño, es puntual y discreta. Los sondeos realizados permiten establecer las condiciones geotécnicas del terreno en ese punto concreto. Las condiciones geotécnicas entre los diferentes sondeos son extrapolaciones realizadas por ingenieros geotécnicos expertos, que pueden, lógicamente discrepar de la realidad existente, sin que de ello pueda considerarse o deducirse que el Proyecto está mal redactado. Estas diferencias puntuales entre las previsiones y la realidad son una constante en todas las obras subterráneas del mundo.

Según el modelo de licitación y el contrato firmado con el Consorcio Constructor, la responsabilidad y el riesgo derivado de las diferencias geotécnicas señaladas, le corresponde a la entidad contratante, es decir a Metro de Quito.

La Gerencia de Metro de Quito, GMQ realizó una campaña geotécnica complementaria que detectó un nivel de acuífero con presión artesiana, en el entorno de la estación de El Calzado, que no estaba detectado en el Proyecto original. Posteriormente se hiccieron varios sondeos de comprobación, confirmándose el artesianismo en esa zona. GMQ tuvo que rediseñar la estación, elevando la cota de carril, para intentar evitar al máximo posible el efecto del agua. Como consecuencia de este nuevo diseño, a precios de oferta actual, se previó un incremento del coste de 8 millones de dólares.

En la estación de Solanda, que es la más próxima a la estación de El Calzado, se realizaron igualmente nuevos sondeos, para confirmar la existencia de presiones de agua y condiciones geotécnicas de los estratos profundos del terreno, que permitieran dilucidar si existía la posibilidad de rotura de la solera de fondo por presión de agua. En esta estación no puede seguirse la estrategia del rediseño de El Calzado, pues no es posible elevar la cabeza de carril, ya que Solanda es, además de estación, un pozo de ataque doble para las tuneladoras del sur. En su momento, se previó realizar procedimientos constructivos y tratamientos del terreno por valor, a precios de oferta actual, de 10 millones de dólares.

Otro aspecto fundamental en un proyecto de infraestructura subterránea lo constituyen los servicios afectados o interferencias. En el Proyecto, se planifica el desvío o sustitución de los colectores, conductos eléctricos o resto de infraestructuras existentes afectadas, en función de una información sobre el estado actual, que se obtiene de las diferentes compañías de servicios y de un trabajo de campo. Es evidente que la información de partida es una aproximación a la realidad de la que no puede constatarse su bondad hasta que se ejecutan las obras. En este proyecto, a fecha actual, ya han aparecido varios colectores de importancia media que o bien no estaban inventariados y se desconocía su existencia, o bien estaban mal situados topográficamente y aunque el Proyecto original consideraba que no serían afectados, en la realidad si lo son. Todo ello lleva a elevar la previsión de costos en este concepto en, al menos, 5 millones de dólares.

Como consecuencia de todo lo anterior, se consideró necesarios, como mínimo, 23 millones de dólares para afrontar obras esenciales para el proyecto, que no estaban previstas. Esta situación se produjo además en un contrato en el que el precio Contratado fue superior al referencial.

Así, GMQ inició unos trabajos de optimización intentando obtener la “bolsa” económica necesaria para afrontar los posibles sobrecostes. La primera razón para realizar las Optimizaciones es **conseguir un mínimo fondo de maniobra para el Proyecto.**

 A lo largo del desarrollo del trabajo, GMQ detectó que era posible y necesario, hacer ajustes de trazado y reposicionar ligeramente las estaciones para evitar afecciones al tráfico, durante la ejecución, o minimizar las afecciones al patrimonio arbolado existente, como es el caso, por ejemplo de la estación de la Alameda. Esta es la segunda razón para realizar las optimizaciones, **minimizar las afecciones** a la ciudad.

Anexo a este texto, se adjunta una presentación explicativa de las Optimizaciones más importantes, explicada en sus aspectos fundamentales.

A juicio de GMQ, las Optimizaciones son extraordinariamente importantes para viabilizar la obra, pero **no son cambios esenciales** que puedan poner en tela de juicio los estudios de soporte del Proyecto. No cambian las especificaciones técnicas del Proyecto.

La interpretación que GMQ sobre lo que debiera considerarse un cambio esencial, sería aquel que afectara, para bien o para mal a alguno de los ejes principales del Proyecto, es decir, lo aspectos Sociales, Medioambientales o Económicos, de forma que la evaluación que hizo el Proyecto, quedara desvirtuada. Es en este triple balance donde se asienta el proyecto y no puede modificarse sin una adecuada justificación.

Las nuevas propuestas optimizadas, no modifican el trazado de la Línea y en consecuencia los tiempos de recorridos de los trenes, serán sensiblemente los mismos que los previstos, de esta forma, la variable más importante, desde el aspecto cuantitativo, que es el tiempo ahorrado por los ciudadanos que utilicen el sistema, no se vería afectada. Desde este punto de vista **no se altera la rentabilidad económico-social del Proyecto.**

Las estaciones siguen siendo 15 y están localizadas prácticamente en las mismas posiciones del proyecto original. Sus accesos están situados casi en los mismos lugares que estaban previstos. Las profundidades de los andenes son muy similares, manteniéndose siempre capacidad suficiente para el escenario más exigente, por tanto, se considera que **la demanda no se verá afectada**. En todo caso, en algunas estaciones se ha considerado la posibilidad de duplicar vestíbulos y abrir nuevos accesos. Lógicamente estas medidas serán positivas a efectos de captación de nueva demanda, o al menos mejorarán la accesibilidad de esas estaciones.

En relación al papel que la Línea 1 del Metro debe tener en el Sistema Integrado de Transportes, sigue siendo el mismo, es decir, esencial. Las modificaciones funcionales y geométricas que se han propuesto, mejoran dicha integración. En concreto:

* En la estación de San Francisco, se ha diseñado una nueva galería de conexión con el Intercambiador de 24 de Mayo que permitirá a los viajeros acceder directamente a los andenes de la estación, sin salir a superficie, como proponía el Proyecto original. Es lo coherente con la potenciación con transporte público, del eje de la 24 de Mayo.
* En la estación de Universidad se diseña una planta de intercambio con los autobuses que discurran por el eje de la Avenida de América. Para ellos, se disponen dos grandes dársenas que permitirán a los viajeros transitar entre los diferentes modos, de forma cómoda y eficaz, favoreciendo una verdadera integración.
* En la estación del Recreo, que es uno de los puntos neurálgicos del sistema de transportes de Quito, se han duplicado las conexiones entre las dársenas de autobuses y la estación del Metro. Para conseguirlo, se ha dispuesto un nuevo vestíbulo de intercambio.

En definitiva, **las optimizaciones potencian y mejoran la integración del Sistema de Transportes.**

Respecto a los importantísimos aspectos medioambientales, las Optimizaciones mejoran la situación prevista, como es en el caso de la estación de la Alameda. En concreto en esa estación, se ha conseguido respetar numerosos árboles catalogados de alto valor, que con la solución de Proyecto original, se veían afectados. En definitiva, todas las condiciones medioambientales y medidas correctoras del Proyecto, se mantienen. **Las Optimizaciones no provocan nuevas afecciones medioambientales**.

En relación a los aspectos económicos, **las optimizaciones obtienen un ahorro, en medición pura y con precios de oferta, de 75 millones de dólares**, que suponen aproximadamente el 5% del presupuesto de oferta (1.538 millones $). Un 5% es un modestísimo margen para una obra de estas características, lo que obliga a seguir reestudiando y optimizando la obra de forma sistemática, pues como ya se ha comentado la disponibilidad económica para incrementos de presupuesto en el Proyecto, es prácticamente nula. GMQ no considera que un 5% de modificación de las cantidades del proyecto pueda considerarse como esencial y así fue comentado en alguna de las reuniones mantenidas con la Entidades de Crédito, en las que se estableció, de forma aproximada que los cambios esenciales, a efectos económicos, serían aquellos que superaran el 15% del presupuesto total, porcentaje que lamentablemente no va ser posible alcanzar.

En términos generales, las optimizaciones al diseño definitivo de las obras objeto del contrato son las recogidas en la documentación gráfica anexa referida. Dichas optimizaciones se separan entre estaciones y túnel de línea.

1. ***ESTACIONES:***

A nivel geométrico se han revisado las formas de todas las estaciones, tanto en planta como en alzado, procurando plantear geometrías que manteniendo la capacidad de las mismas permitieran reducir su tamaño y por consiguiente, el volumen de las principales unidades de obra de la estación (pantallas, losas, pilas pilote, excavación).

También se ha replanteado la ubicación de algunas estaciones, llegando a variar su posicionamiento, para poder así mejorar el trazado, minimizar las afecciones al tráfico o servicios afectados, o reducir la necesidad de tratamientos del terreno.

Estructuralmente se revisan todos los elementos de las estaciones con un cambio de enfoque en la aplicación de la Normativa de cálculo respecto al planteado en el proyecto: se opta por estructuras dúctiles y flexibles en vez de estructuras rígidas para el comportamiento estructural frente al sismo. Esto permite reducir de forma general las cuantías de armado sin afectar el nivel de seguridad de la misma.

Se propone además una revisión del nivel freático considerado en el cálculo de pantallas, entendiendo que en varias zonas de la ciudad el nivel de cálculo de proyecto no coincide con la observación del subsuelo en zonas cercanas. El empuje hidrostático es el más determinante en el cálculo de pantallas.

En las estaciones situadas en las zonas más favorables geotécnicamente, se propone un cambio de pantallas continuas de hormigón por pantallas de pilotes secantes de diámetro equivalente. Su ejecución es más rápida y genera menor impacto. Este cambio puede generalizarse a todas la rampas de acceso de estación, al ser elementos estructurales provisionales.

Se ha procedido a la adecuación de los elementos electromecánicos de las estaciones debido a las optimizaciones de obras civiles antes mencionadas;

1. ***TÚNELES DE LÍNEA***

Se ha revisado el trazado en planta variando localmente el trazado en varios puntos, procurando buscar mejores zonas de paso bajo la trama urbana, mejores cruces con quebradas o grandes servicios o menores riesgos constructivos.

Se ha revisado el trazado en alzado para asegurar una cobertura de terreno resistente por encima de la clave suficiente para ejecutar la obra con seguridad, mejorando zonas de cruce de quebradas y reduciendo tratamientos del terreno.

El conjunto de optimizaciones realizadas han generado, a precios de oferta del Consorcio Constructor CL1, y aplicando las mediciones resultantes de las optimizaciones, el siguiente ahorro:

1. ***E 5.11 DISEÑO DEFINITIVO OBRA CIVIL***

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|   | **E 5.11. DISEÑO DEFINITIVO DE OBRA CIVIL** | **OFERTA CL1** | **OPTIMIZACIÓN** | **DIFERENCIA** |
| **ID** | **CAPÍTULO** | **IMPORTE ($)** | **IMPORTE ($)** | **IMPORTE ($)** |
| 1 | TÚNEL DE ACCESO COCHERAS | 20.551.786,99 | 20.551.786,99 | 0,00 |
| 2 | E1. ESTACIÓN QUITUMBE | 17.237.579,28 | 16.321.532,78 | -916.046,50 |
| 3 | TÚNEL QUITUMBE-MORÁN VALVERDE | 65.938.358,96 | 65.922.482,23 | -15.876,73 |
| 4 | E2. ESTACIÓN MORÁN VALVERDE  | 29.044.748,61 | 28.908.619,76 | -136.128,85 |
| 5 | TÚNEL MORÁN VALVERDE-SOLANDA | 81.402.541,89 | 65.008.489,05 | -16.394.052,84 |
| 6 | E3. ESTACIÓN SOLANDA  | 35.079.451,99 | 40.324.630,17 | 5.245.178,18 |
| 7 | TÚNEL SOLANDA-CALZADO | 31.802.502,19 | 25.373.833,08 | -6.428.669,11 |
| 8 | E4. ESTACIÓN EL CALZADO  | 29.587.246,40 | 41.094.772,94 | 11.507.526,54 |
| 9 | TÚNEL CALZADO-RECREO | 59.421.944,49 | 66.466.458,65 | 7.044.514,16 |
| 10 | E5. ESTACIÓN EL RECREO  | 48.602.847,14 | 36.549.416,40 | -12.053.430,74 |
| 11 | TÚNEL RECREO-MAGDALENA | 57.658.898,47 | 56.673.578,87 | -985.319,60 |
| 12 | E6. ESTACIÓN LA MAGDALENA  | 6.206.453,33 | 7.603.720,32 | 1.397.266,99 |
| 13 | TÚNEL MAGDALENA-SAN FRANCISCO | 98.032.385,57 | 78.243.977,10 | -19.788.408,47 |
| 14 | E7. ESTACIÓN SAN FRANCISCO  | 51.086.610,79 | 37.956.497,29 | -13.130.113,50 |
| 15 | TÚNEL SAN FRANCISCO-LA ALAMEDA | 60.892.992,34 | 51.792.803,08 | -9.100.189,26 |
| 16 | E8. ESTACIÓN LA ALAMEDA  | 37.822.865,77 | 30.664.257,73 | -7.158.608,04 |
| 17 | TÚNEL LA ALAMEDA-EL EJIDO | 21.501.106,72 | 24.986.759,02 | 3.485.652,30 |
| 18 | E9. ESTACIÓN EL EJIDO  | 40.689.468,01 | 29.560.066,21 | -11.129.401,80 |
| 19 | TÚNEL EL EJIDO-UNIVERSIDAD CENTRAL | 36.942.178,08 | 39.315.192,38 | 2.373.014,30 |
| 20 | E10. ESTACIÓN UNIVERSIDAD CENTRAL  | 29.585.548,15 | 24.345.261,51 | -5.240.286,64 |
| 21 | TÚNEL UNIVERSIDAD CENTRAL-LA PRADERA | 32.624.922,20 | 33.605.584,78 | 980.662,58 |
| 22 | E11. LA PRADERA  | 24.520.832,28 | 30.664.257,73 | 6.143.425,45 |
| 23 | TÚNEL LA PRADERA-LA CAROLINA | 31.592.298,48 | 30.543.521,94 | -1.048.776,54 |
| 24 | E12. ESTACIÓN LA CAROLINA | 26.473.735,34 | 24.556.364,97 | -1.917.370,37 |
| 25 | TÚNEL LA CAROLINA-IÑAQUITO | 45.574.381,37 | 41.005.713,08 | -4.568.668,29 |
| 26 | E13. ESTACIÓN IÑAQUITO  | 26.152.322,79 | 25.639.803,48 | -512.519,31 |
| 27 | TÚNEL IÑAQUITO-JIPIJAPA | 50.367.785,68 | 48.459.316,95 | -1.908.468,73 |
| 28 | E14. ESTACIÓN JIPIJAPA  | 34.358.582,27 | 28.579.519,26 | -5.779.063,01 |
| 29 | TÚNEL JIPIJAPA-EL LABRADOR | 26.898.297,78 | 31.049.357,12 | 4.151.059,34 |
| 30 | E15. ESTACIÓN EL LABRADOR | 6.826.698,49 | 8.582.031,59 | 1.755.333,10 |
| 31 | FONDO DE SACO  | 21.730.910,36 | 16.785.654,79 | -4.945.255,57 |
| 32 | SUPERESTRUCTURA | 71.819.395,06 | 71.840.999,53 | 21.604,47 |
| 33 | AUSCULTACIÓN E INSTRUMENTACIÓN | 6.407.504,92 | 6.425.774,52 | 18.269,60 |
| 34 | PLAN MANEJO AMBIENTAL | 12.884.297,16 | 12.884.297,16 | 0,00 |
| 35 | E.5.6. DISEÑO DEFINITIVO DE OBRA CIVIL DE TALLERES Y COCHERAS | 62.919.841,76 | 62.919.841,76 | 0,00 |
|  |  | **1.340.239.321,11** | **1.261.206.174,22** | **-79.033.146,89** |

1. ***E 5.10 DISEÑO DEFINITIVO INSTALACIONES***

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **E 5.10 DISEÑO DEFINITIVO DE INSTALACIONES** | **OFERTA CL1** | **OPTIMIZACIÓN** | **DIFERENCIA** |
| **ID** | **SISTEMA** | **IMPORTE ($)** | **IMPORTE ($)** | **IMPORTE ($)** |
| 1 | PCI | 6.118.048,34 | 11.603.221,13 | 5.485.172,79 |
| 2 | ESCALERAS MECÁNICAS Y ASCENSORES | 25.069.189,70 | 22.231.912,71 | -2.837.276,99 |
| 3 | VENTILACIÓN | 20.148.306,51 | 21.555.722,11 | 1.407.415,60 |
| 4 | ELECTRIFICACIÓN | 27.751.114,14 | 27.492.062,25 | -259.051,89 |
| 5 | CONTROL ESTACIONES | 9.914.195,34 | 10.533.231,13 | 619.035,79 |
| 6 | DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA | 26.193.269,09 | 26.193.269,09 | 0,00 |
| 7 | COMUNICACIONES | 12.955.266,74 | 13.411.436,40 | 456.169,66 |
| 8 | PUESTO DE CONTROL CENTRAL | 3.901.177,03 | 3.901.177,03 | 0,00 |
| 9 | SEÑALIZACIÓN | 37.316.516,03 | 37.060.544,20 | -255.971,83 |
| 10 | SUBESTACIONES INTERNAS | 23.020.100,09 | 22.866.533,75 | -153.566,34 |
| 11 | SUBESTACIONES EXTERNAS | 4.743.924,59 | 4.743.924,59 | 0,00 |
| 12 | PLAN MANEJO AMBIENTAL | 662.127,77 | 662.127,77 | 0,00 |
|   |   | **197.793.235,37** | **202.255.162,17** | **4.461.926,80** |

1. ***RESUMEN E5.10 Y E5.11***

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|   |   | **OFERTA CL1** | **OPTIMIZACIÓN** | **DIFERENCIA** |
|  | **DISEÑO** | **IMPORTE ($)** | **IMPORTE ($)** | **IMPORTE ($)** |
| E 5.11 | DISEÑO DEFINITIVO DE OBRA CIVIL | 1.340.239.321,11 | 1.261.206.174,22 | -79.033.146,89 |
| E 5.10 | DISEÑO DEFINITIVO DE INSTALACIONES | 197.793.235,37 | 202.255.162,17 | 4.461.926,80 |
|   | **TOTAL** | **1.538.032.556,48** | **1.463.461.336,39** | **-74.571.220,09** |