

VIADUCTO SOBRE JAMAL ABDUL NASSER STREET (KUWAIT)**VIADUCT OVER JAMAL ABDUL NASSER STREET (KUWAIT)****Luis MATUTE RUBIO**

Ingeniero de Caminos
IDEAM S.A.
Director General
luis.matute@ideam.es

Javier TORRICO LIZ

Ingeniero de Caminos
FHECOR S.A.
Director de División de Puentes y
Obra Civil
jatl@fhcor.es

Daniel MARTÍNEZ AGROMAYOR

Ingeniero de Caminos
IDEAM S.A.
Director del Departamento de
Puentes
daniel.martinez@ideam.es

Javier MILIÁN MATEOS

Ingeniero de Caminos
FHECOR S.A.
Jefe de Equipo
javier.milian@fhcor.es

Jesús MARTÍN SUAREZ

Ingeniero de Caminos
IDEAM S.A.
Director de Asistencias Técnicas
jesus.martin@ideam.es

Reyes GARCÍA ORDUÑA

Ingeniero de Caminos
IDEAM S.A.
Ingeniero Proyectista
reyes.garcia@ideam.es

Alejandro ABEL NUÑEZ

Ingeniero de Caminos
FHECOR S.A.
Ingeniero Proyectista
aan@fhcor.es

Alberto NICOLÁS PAZO

Ingeniero de Caminos
IDEAM S.A.
Ingeniero Proyectista
alberto.nicolas@ideam.es

RESUMEN

El Viaducto sobre la calle Jamal Abdul Nasser, en Kuwait, está formado por un tronco principal de más de 7km subdividido en 25 tramos. El ancho por calzada es variable hasta llegar a superar los 25m en algunos tramos, aunque el ancho principalmente se encuentra en los 15.3m. La luz tipo es de 45.00m pero en algunos cruces llega a alcanzar los 57.00m. Durante 2012-2015 se realizó el Proyecto Modificado por Tony Gee and Partners (Hong Kong) y el Independent Checking ha sido realizado por FHEID (Ideam-Fhecor). La constructora está formada por la U.T.E Rizzani De Eccher, OHL (Construcción), Boodai Constructions y Trevi.

ABSTRACT

Viaduct Over Jamal Abdul Nasser Street in Kuwait consists on a main bridge of over 7km length divided in 25 Units. The width is usually around 15.3 m for each deck; reaching up to 25 m is some units. The viaduct typically spans 45.00m with a maximum span of 57.00m. The bridge deck typically consists of a twin cell box prestressed girders, although it adds up to 5 box girders where the lateral ramps converge. Tony Gee and Partners (Hong Kong) are responsible for the redesign in 2012-2015; FHEID (Ideam-Fhecor) has carried out the Independent Checking of the project. The contractor is a Joint Venture of Rizzani de Eccher – OHL– Boodai – Trevi (ROBT JV).

PALABRAS CLAVE: Construcción por dovelas, construcción vano a vano con viga lanzadera, Kuwait,

KEYWORDS: Segmental construction, Span-by-span erection with overhead erection girder, Kuwait.

1. Introducción

El Viaducto sobre la calle Jamal Abdul Nasser, en Kuwait, está formado por un tronco principal de más de 7km subdividido en 25 tramos. El ancho por calzada es variable hasta llegar a superar los 25m en algunos tramos, aunque el ancho principalmente se encuentra en los 15.3m. La luz tipo es de 45.00m pero en algunos cruces llega a alcanzar los 57.00m.

La sección se compone de 2 cajones prefabricados de hormigón pretensado pero aumentan hasta los 5 cajones en las secciones de incorporación de rampas de acceso. La ejecución ha sido realizada mediante dovelas prefabricadas de hormigón con una longitud aproximada de 3.00m, cosidas mediante pretensado, tanto exterior como interior, y alzadas con grúas lanzaderas que salvaban la luz tipo de 45.00m. En el caso de los vanos de mayor luz, la parte cercana a las pilas se ejecutaba en avance en voladizo para luego completar la zona central con el izado mediante las grúas lanzaderas.

Además de las unidades principales del tronco existen otras 4 unidades principales de anchos hasta 23.7m, por calzada, y luz de 50m.

El conjunto de estructuras se completa con 24 rampas de acceso y cruce del tramo principal cuya luz llega a alcanzar en algunos casos los 100.00m. La ejecución ha sido mediante dovelas prefabricadas y avance en voladizo, las dovelas prefabricadas se cosían tanto con pretensado interior como con pretensado exterior. En algunas de las rampas se ha llegado a cimbrar algunos de los vanos.

Las pilas son rectangulares de ancho 4.00m, están situadas en la mediana de la calle, y sobre ellas se disponen diagramas transversales ejecutados in situ que unen los distintos cajones prefabricados (ver figura 1 y 2). La cimentación ha sido profunda con pilotes de diámetro 1200mm y longitudes del entorno de los 20m.

La obra comenzó en 2012 y está prevista su finalización en 2018-2019.



Figura 1. Alzado primeras unidades del tronco principal.



Figura 2. Vista inferior del tablero del tronco principal en el encuentro de una de las rampas de acceso.

2. Tronco principal

2.1. Descripción

El tronco principal está compuesto por 25 unidades (N0 a N24) mas 4 unidades adicionales (H3, G4, G5 y G6). La luz tipo es de 45.00m. No obstante, se llega a alcanzar hasta los 57.00m. El ancho tipo es de 15.30m por calzada aunque se llega a alcanzar los 30.00m en zonas de incorporación de rampas. A continuación se incluye un resumen de las características de los distintos tramos.

		LUCES	ANCHOS	
			Calzada West-East	Calzada East-West
UNIT	N0	35.249+45+44+37.15	15,3	15,3
UNIT	N1	37.15+45+45+45+44.99+44.99+37.147	15,3	15,3
UNIT	N2	37.14+44.99+44.99+44.99+45+45+37.15	15,3	15,3
UNIT	N3	37.15+45+45+45+45+45+37.14	15,3	15,3
UNIT	N4	38.168+40.993+45.394+56.691+56.698+45.40+41+38.173	15,3	15,3
UNIT	N5	37.75+46.15+46.15+46.15+46.15+46.15+46.15+37.75	15,3	15,3
UNIT	N6	43.42+57+57+57+43.42	15,3	15,3
UNIT	N7	38.6+47+47+47+47+38.6	15,3	VAR 31-19.66
UNIT	N8	36.65+40.5+50.594+57+57+37.35	VAR 15.3-25.62	VAR 19.44-19.00
UNIT	N9	37.15+45+45+45+37.15	VAR 22.7-15.3	VAR 23-15.3
UNIT	N10	37.15+45+45+45+45+45+37.15	15,3	15,3
UNIT	N11	37.37+46.2+46.2+46.2+46.2+46.2+46.2+37.374	15,3	15,3
UNIT	N12	37.15+45+45+45+45+37.15	15,3	15,3
UNIT	N13	37.15+45+45+45+45+37.15	15,3	15,3
UNIT	N14	37.15+45+45+45+37.15	15,3	15,3
UNIT	N15	37.15+45+45+45+37.15	VAR 15.3-23	VAR 15.3-23
UNIT	N16	34.049+45.46+56+56+45.46+34.049	19	19
UNIT	N17	39.4+48.25+48.25+48.25+48.25+48.25+39.4	VAR 21-15.3	VAR 21-15.3
UNIT	N18	37.15+44.21+44.21+44.21+45.669+47.426+47.42+40.45	15,3	VAR 21-18
UNIT	N19	37.15+44.91+44.91+44.91+44.91+44.91+37.15	VAR 21-28	VAR 15.3-25.63
UNIT	N20	37.15+45+45+45+45+45+37.15	VAR 19-21.06	VAR 22.7-22.9
UNIT	N21	37.77+45+45+45+45+45+37.76	VAR 20-15.3	VAR 23.76-19
UNIT	N22	37.15+43+43+43+43+37.15	15,3	19
UNIT	N23	37.15+43+43+43+43+37.15	15,3	19
UNIT	N24	39+50+42.5+41+41+41	15,3	VAR 25.7-23.25
UNIT	H3	38.45+42.6+42.6+42.6+42.6+42.6+38.45	9.2-16	9.2-16.54
UNIT	G4	37.2+46.4+46.4+46.4+46.4+37.2	15.3-23	15,3
UNIT	G5	41.4+50+50+46+47.2+44.314	16.5-23.33	16.8-24.46
UNIT	G6	37.15+45+45+45+45+37.15	15.3-23.7	16.59-30

Tabla 1. Resumen de unidades del tronco principal.

Para la sección tipo de 15.30m de ancho por calzada, la solución estructural consistía en dos cajones independientes unidos por un diafragma sobre pila que transmitía la carga a la subestructura (ver figura 3 y 5).



Figura 3. Sección tipo del tronco principal.

Para la sección tipo de mayor ancho, en la zona de incorporación de rampas, se solucionaba con la incorporación de varios cajones en cada lateral, los cuales quedaban unidos por el diafragma sobre pila que transmitía la carga a la subestructura (ver figura 4).



Figura 4. Vista inferior del tronco en zona de incorporación de rampa

Las pilas son rectangulares de ancho 4.00m, están situadas en la mediana de la calle, y sobre ellas se disponen diagramas transversales ejecutados in situ que unen los distintos cajones prefabricados. Se pueden encontrar 3 tipologías de pilas distintas: pilas de junta entre tramos, pilas centrales empotradas al tablero y pilas intermedias libres en longitudinal. El sismo se resistía, en longitudinal, en las pilas empotradas al tablero y, en transversal, en cada pila se dispone un “shear-key” para recoger la fuerza transversal del tablero. Las cargas verticales, en las pilas libres, se recogían con apoyos tipo “POT” libres en longitudinal y transversal. La cimentación ha sido profunda con pilotes de diámetro de 1200mm.



Figura 5. Alzado de pila intermedia libre en longitudinal. Tramo tipo de 15.30m de ancho por calzada.

2.2. Proceso constructivo

El proceso constructivo del tronco principal se realizaba vano a vano con viga lanzadera y dovelas prefabricadas ejecutadas en taller. La conexión de las vigas prefabricadas se realiza mediante un postesado que combinaba tanto trazado de pretensado exterior como trazado de pretensado interior adherente. En la unión de dovela a dovela se disponía resina epoxi.

Sobre cada pila se ejecutaba un diafragma cimbrado que permite el acoplamiento de los distintos cajones de ambas calzadas (figura 6). Por otro lado, simultáneamente, se ejecutaban las dovelas prefabricadas en taller (figura 6).



Figura 6. Ejecución de diafragmas sobre pilas. Montaje de dovelas prefabricadas.

Posteriormente se montaba una grúa lanzadera para la elevación de las distintas dovelas. La grúa lanzadera se apoyaba en los diafragmas ya ejecutados ayudada de una viga transversal superior.

Una vez que la viga lanzadera quedaba dispuesta en la posición prevista se procedía a la elevación de las dovelas prefabricadas (ver figuras 7, 8 y 9). Se elevaban todas las dovelas prefabricadas de cada calzada y posteriormente se pretensaban, antes de soltarlas de la viga lanzadera. Como se ha comentado, la unión entre dovelas se realizaba mediante resina epoxi. Entre dovelas asimismo se disponían llaves de cortante (ver figura 8).



Figura 7. Detalle de viga lanzadera.

Esta viga transversal superior permitía la ejecución de una calzada y, posteriormente, el desplazamiento lateral de la grúa a la otra calzada para la ejecución final del vano (ver figura 7 y 8). Este proceso se realizaba vano a vano (span by span) hasta la ejecución completa de cada una de las unidades. En los diafragmas se disponía un pretensado vertical que, ayudado con unos gatos, transmitían las acciones a la subestructura y aseguraba la estabilidad al vuelco del conjunto durante la construcción.

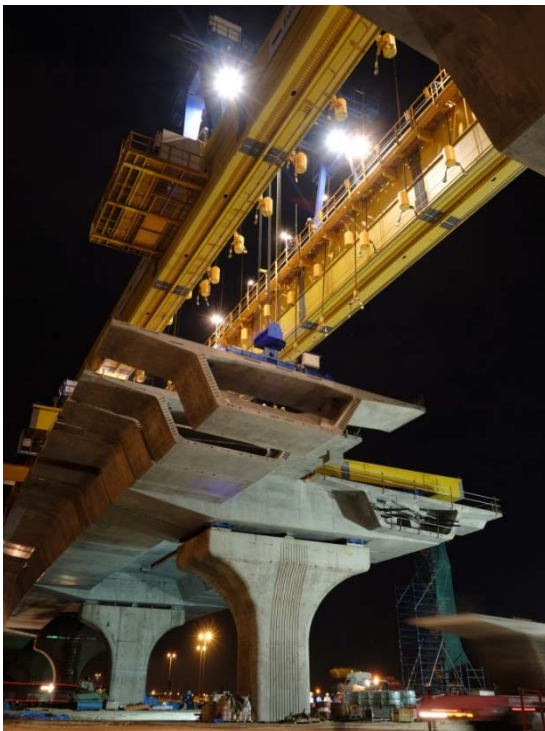


Figura 8. Detalle de unión de dovelas prefabricadas. Aplicación de resina epoxi.



Figura 9. Detalle de elevación de dovelas prefabricadas gracias a la viga lanzadera.

3. Rampas de acceso

3.1. Descripción

El conjunto de estructuras se completa con 24 rampas de acceso y cruce del tramo principal cuya luz llegan a alcanzar, en algunos casos, los 100.00m.

La sección es monocajón de hormigón con canto constante. No obstante, para salvar las luces más importantes se ha optado por solución con alzado de canto variable (ver figuras 10 y 11).

RAMPAS	LUCES	ANCHOS	luz principal
GRD	38.7+48+37.15	6,6	48,0
NRA1	45+55+55+45	14.7-12.6	55,0
NRA2	65+100+65	11,93	100,0
NRA3	39.19+43.7+43.7+43.7+39.19	11	43,7
NRB	36.8+48.2+58.095+48+48+48+36.5	14.7-12.6	58,1
NRC	37.15+45+36.9	6,6	45,0
NRD	36.8+45+45+40.35+33.58	6,6	45,0
NRE	36.8+45+45+40.35+33.58	6,6	45,0
NRF	37.1+46+53+53+39.1	9	53,0
NRG1	38.55+47.60+47.6+47.6+38.55	11,6	47,6
NRG2	39.1+53+53+53+39.1	13	53,0
NRG3	40.8+52.55+53.5+61+53.5+53.5+53.5+39.85	13	61,0
NRG4	39.65+53+53+53+39.1	13,459	53,0
NRH	38.163+47+47+47+38.163	13,2	47,0
NRI	36.2+47.9+47.9+47.9+47.9+47.9+47.9+36.2	9	47,0
NRK	44+53+53+53+53+44	7,9	53,0
NRL	38.5+51+40.9+35	6,6	51,0
NRM	38.5+51+40.9+35	6,6	51,0
NRN1	36.55+48.77+48.77+48.11+48.7+48.7+36.12	10,83	48,8
NRN2	66.52+108+66.52	9,79	108,0
NRN3	29+45+45+45+36.28	9,2	45,0
NR01	36.55+48.77+48.77+52.8+52.8+42.76	6,6	48,8
NR02	43+58+37.9+26.4	6,6	58,0

Tabla 2. Resumen de rampas de acceso.



Figura 10. Alzado tipo de rampa de canto constante.



Figura 11. Alzado tipo de rampa de canto variable.

3.2. Proceso constructivo

La ejecución de las rampas ha sido realizada mediante dovelas prefabricadas y avance en voladizo. Las dovelas prefabricadas se cosían tanto con pretensado interior como con pretensado exterior (ver figura 12 y 13). En algunas de las rampas se ha llegado a cimbrar algunos de los vanos.

En un primer momento se ejecutaba las pilas y en algunos casos las primeras dovelas.



Figura 12. Ejecución de pilas y primeras dovelas.

Posteriormente se ejecutaba en avance en voladizos ayudado de unos carros delanteros que levantaban las dovelas mientras se iba cosiendo con el pretensado superior de avance en voladizos. En los casos dónde era necesario se disponía de torres provisionales para asegurar la estabilidad al vuelco durante el montaje.



Figura 13. Ejecución de avance en voladizo ayudado de torres provisionales.

Por último, algunos de los vanos de las rampas se ejecutaron cimbrados (ver figura 14).



Figura 14. Tramos de rampas ejecutando cimbrados.

4. Conclusión

El Viaducto sobre la calle Jamal Abdul Nasser, en Kuwait, es un claro ejemplo de construcción con dovelas prefabricadas mediante viga lanzadera (span by span), avance en voladizo y ejecución cimbrada. Asimismo destaca por la magnitud de la obra.

Agradecimientos

Client: State Of Kuwait. Ministry Of Public Works. Roads Administration

Consultant: “The Louis Berger Group, Inc.” and “Pan Arab Consulting Engineers”

Originator: Tony Gee and Partners (Hong Kong).

Contractor: Joint Venture of Rizzani de Eccher – OHL– Boodai – Trevi (ROBT JV).

Independent Checking:

FHEID (IDEAM S.A. (Luis Matute Rubio, Daniel Martínez Agromayor y Reyes García Orduña) y FHECOR S.A.(Javier Torrico Liz, Javier Milián Mateos y Alejandro Abel Nuñez))

Technical Assistant:

IDEAM S.A. (Jesús Martín Suarez y Alberto Nicolas Pazo) y FHECOR S.A. (Javier Gómez Guerra y Martín Hortigüela Lázaro)