الباب الرابع

أمثلة تطبيقية من مصر لميكنة تشييد بعض المشروعات :

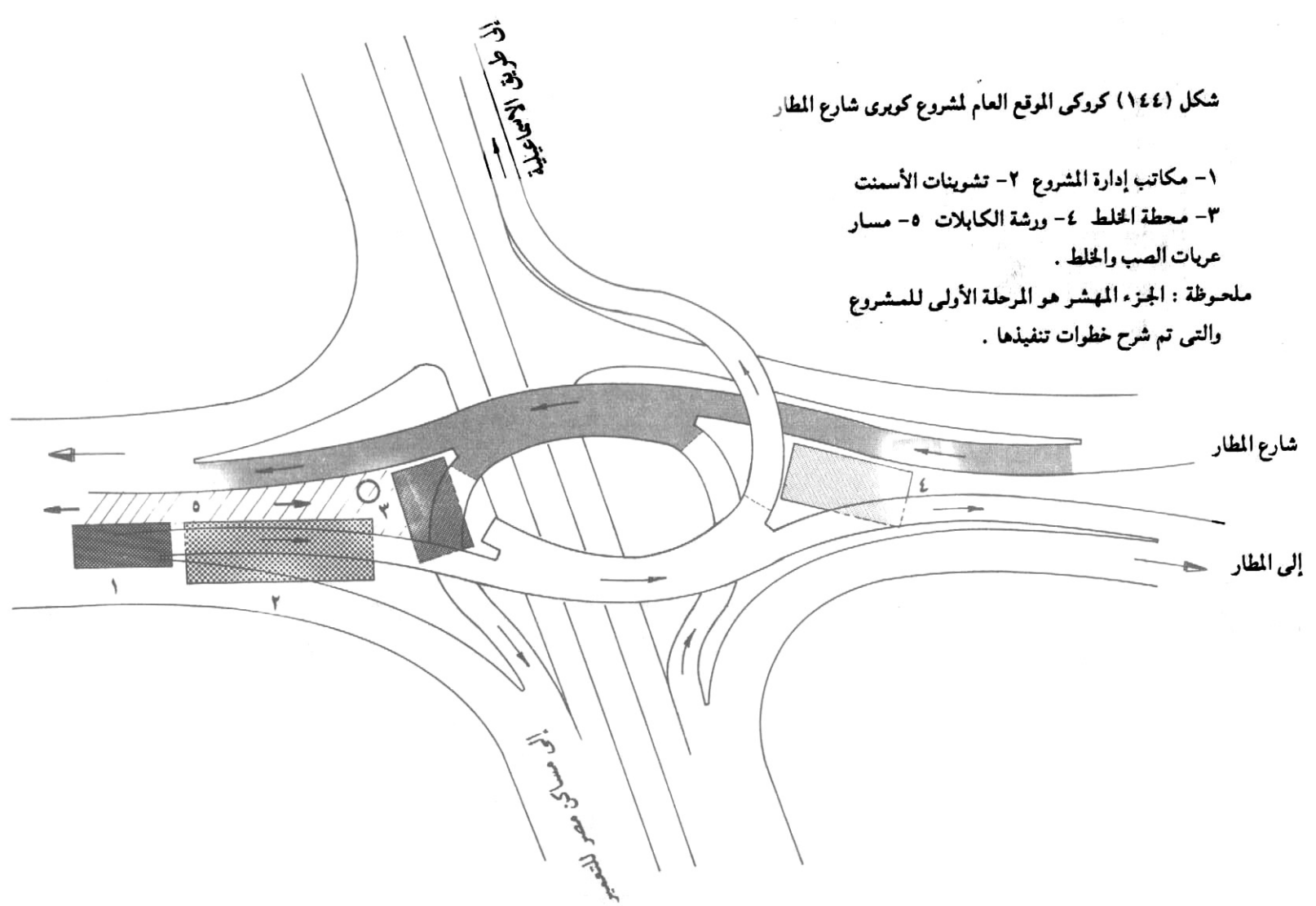
تتميز المرحلة الحالية فى مصر بمحاولة حل مشاكل البنية الأساسية وأزمة السكن عن طريق المشروعات العملاقة التى تتطلب الميكنة لإمكان إتمامها بأسرع ما يمكن وبأعلى مستوى جودة ممكنة حتى تؤدى الغرض من إقامتها. ولا تتركز تلك المشروعات فى منطقة واحدة، وإنما تمتد لتشمل مناطق متنوعة من حيث الموقع بالنسبة لوسط المدينة ومشاكله المعروفة أو من حيث الشكل والحجم. وفيما يلى عرض لمجموعة متنوعة من المشروعات تم تنفيذها فى مصر فى الثمانينات باستخدام أسلوب الميكنة فى التنفيذ.

مثال ١ مشروع كوبرى شارع المطار - نهاية سور الكلية الحربية

الشركة المنفذة : المقاولون العرب شكل (١٤٤ إلى ١٥٧)

شرح المشروع :

يقع المشروع على طريق المطار على الشارع المؤدى إلى طريق الإسماعيلية. ويتكون الكوبرى من جزأين كل منهما فى اتجاه واحد بحيث يمكن السير فى جميع الاتجاهات دون تقاطعات. ونظراً لأن المشروع يقع على شريان رئيسى فقد استلزم



شكل (١٤٤) كروكى الموقع العام لمشروع كوبرى شارع المطار

١- مكاتب إدارة المشروع ٢- تشوينات الأسمنت
٣- محطة الخلط ٤- ورشة الكابلات ٥- مسار
عربات الصب والخلط .

ملحوظة : الجزء المهشر هو المرحلة الأولى للمشروع
والتى تم شرح خطوات تنفيذها .

تنفيذه تخطيطاً دقيقاً حتى تكون إعاقته لحركة المرور فى أضيق نطاق.

ومن ثم فقد تم العمل فى هذا المشروع على مرحلتين، الأولى لجسم الكوبرى الرئيسى، والثانية المداخل والمخارج إليه من الاتجاهات المختلفة.

ويتكون جسم الكوبرى من بلاطات خرسانية محمولة على نوعين من الأعمدة، الأول عمود يحمل الكمرة والبلاطة فى صورة كابولى من الجهتين ويستعمل فى الجزء الضيق من الكوبرى الذى يبلغ عرضه ٨ إلى ١٢ متراً. أما عند التفريعات حيث يصل عرض الكوبرى إلى ١٨ متراً فيكون تحميل البلاطة والكمرة على عمودين المسافة بينهما ٦ أمتار. وقد تم أولاً الانتهاء من صب الأعمدة، ثم كان صب البلاطات المزدوجة من أطراف الكوبرى إلى وسطه بالتتابع وحيث إن الكوبرى يعد شارعاً ذا كثافة مرور عالية فإن مرحلة صب الكوبرى فوق الشارع والتى تستلزم إغلاقه كانت هى آخر مرحلة تم تنفيذها وبأسرع وقت أمكن. والشكل١٤٤ يوضح تنسيق موقع عام الكوبرى من أجل عملية التنفيذ.

المعدات المستخدمة فى المشروع :

١- كسارات للأسفلت عدد ٢.

٢- بريمة لحفر الخوازيق عدد ٢.

٣- لأعمال الحفر والتسوية لودر + بلدوزر.

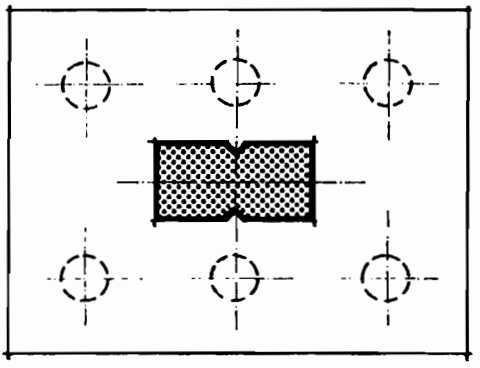
٤- محطة خلط صغيرة Dry mix

٥- عربات خلط لنقل الخرسانة Ready mix عدد ٥

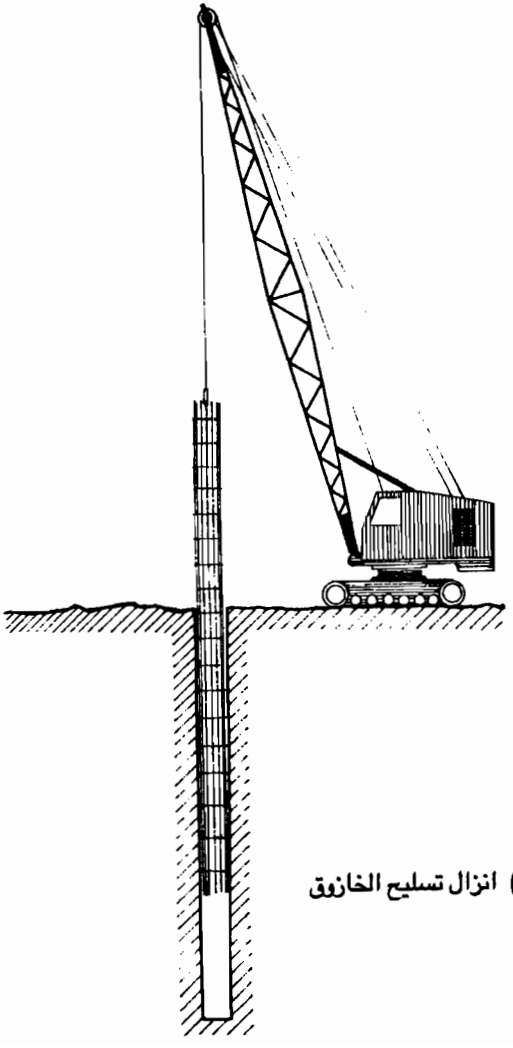
٦- مضخة للخرسانة عدد ٢

٧- مجموعة من عربات النقل واللورى لنقل الأسمنت والمواد الأخرى.

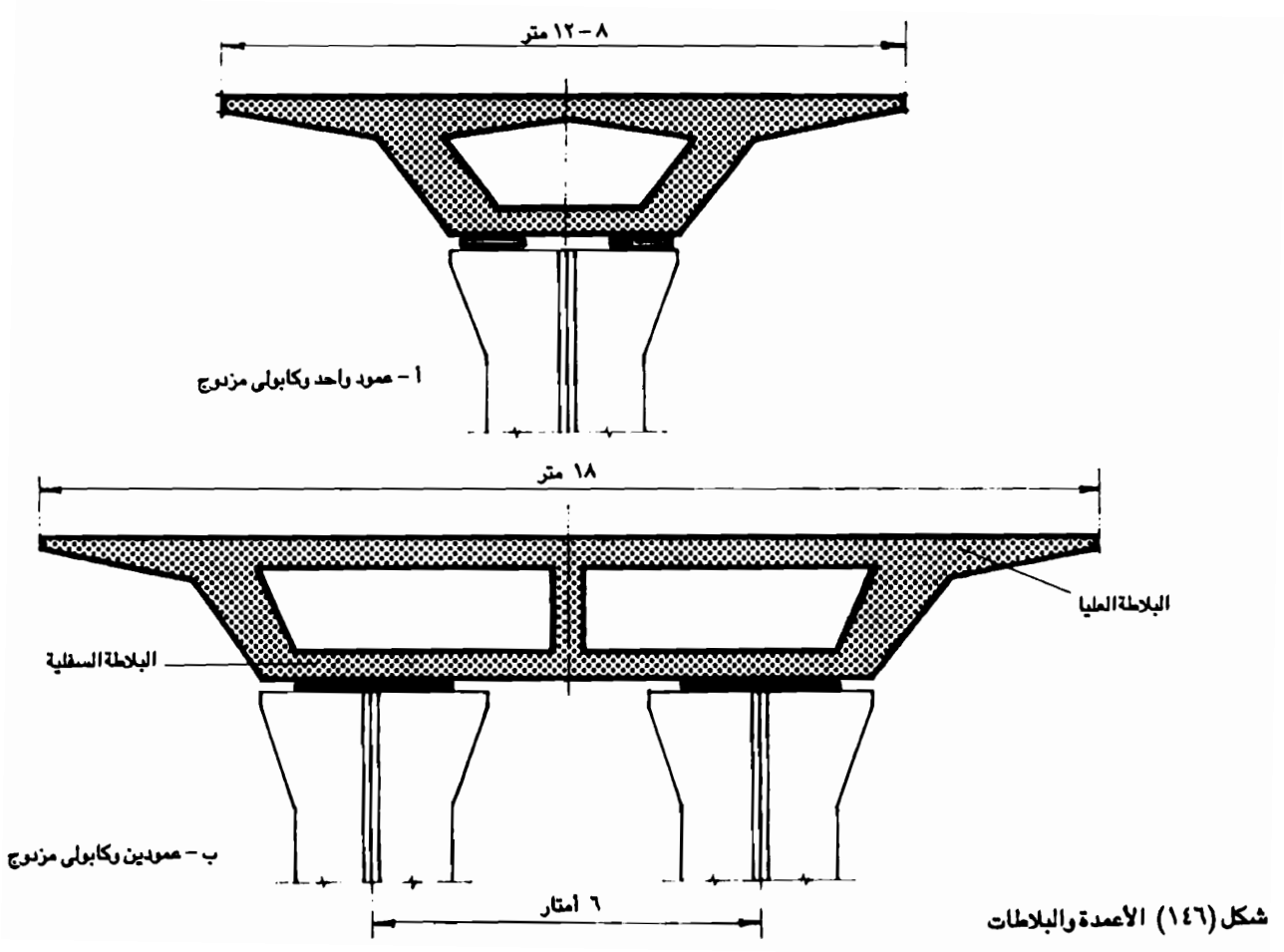
٨- ونش محمل على لورى لتسهيل الحركة على طول الكوبرى.



شكل (١٤٥ - أ) تجميع ٦ خوازيق على قاعدة مشتركة



شكل (١٤٥ - ب) انزال تسليح الخازوق



شكل (١٤٦) الأعمدة والبلاطات

عمليات نقل المواد وتشوينها :

تم نقل المواد إلى الموقع وداخله بوسائل مختلفة تبعاً لطبيعة كل مادة :

- فالخشب اللازم للشدات والفرم نقل على لوريات ذات صندوق بثلاثة جوانب لتسهيل بروز الأطوال من الخلف.

- أما شكاير الأسمنت فقد نقلت على عربات نقل ذات صندوق متحرك الجوانب، وشونت على طبالى بجوار محطة الخلط فى مكان المرحلة الثانية من الكوبرى.

- الرمل والزلط نقلت بوساطة عربات قلابة، وتم تشوينها خلف محطة الخلط.

- استخدم الونش المتحرك على عجل لنقل حديد التسليح من مكان الإعداد إلى مكان التشغيل كذلك الفرم الفرمايكا والشدات الحديدية من مكانها إلى منطقة العمل.

- نقلت الخرسانة بوساطة عربات نقل الخرسانة

خطوات تنفيذ المشروع :

١- *دق الخوازيق :*

نظراً لضعف التربة فى هذه المنطقة بالنسبة للأحمال الضخمة الناتجة عن الكوبرى والتذبذبات المتوقعة فقد كانت الخوازيق هى أنسب الأساسات للمشروع، وهى من نوع فيبرو، وتصل أعماقها إلى ١٢ متراً وتختلف فى الطول حسب طبقات التربة وتغير الإجهاد بطول الكوبرى. وقد تم تجميع كل ٦ خوازيق عل قاعدة خرسانية.

مراحل دق الخوازيق

ا- الحفر بالبريمة

ب- إزالة الردم الناتج ووضع القميص اللازم لسند جوانب الحفر.

جـ- صب الجزء السفلى خرسانة عادية ثم وضع حديد التسليح بعد لحامه وإعداده.

د- صب الخرسانة بوساطة مضخة خرسانة مع رفع القميص تدريجياً أثناء الصب.

هـ- بعد صب الخوازيق يتم تجميع كل ٦ وعمل شدة القاعدة اللازمة مع وضع أشاير الأعمدة التى تصب فيما بعد. وقد تعطل العمل فى هذه الخطوة بعض الوقت بسبب ظهور بعض المعوقات نتيجة وجود شبكات مرافق فى مكان العمل (كابلات كهرباء ومواسير مياه).

٢- *صب الأعمدة الخرسانية :*

بعد وضع الشدات يتم تسليح العمود ثم تركب الفرم الفورمايكا التى تعطى سطحاً أملس ثم يتم الصب .

٣- *صب البلاطة السفلية* ويتم على الخطوات التالية

ا- تجرى عملية دمك الرمال جيداً تحت الكوبرى.

ب- تفرش ألواح الموسكى على الأرض.

جـ- توضع الشدات المعدنية ويتم تطبيقها وتطريحها فى الاتجاه الطولى والعرضى كل ٤٠ سم على التوالى.

د- توضع فرم البلاطة السفلية .

هـ- يرص حديد التسليح على البسكوتات ثم تصب الخرسانة بسمك ٢٥ سم بوساطة المضخات.

٤- *صب البلاطة العلوية :*

ا- بعد صب تلك البلاطة يتم تشوين الحديد والكابلات اللازمة للتسليح فوقها.

ب- بعد عملية شد الفرم وتقفيل الفواصل بينها توضع شبكة حديد التسليح، وكذلك توضع الكابلات اللازمة لعملية سبق الإجهاد ويتم نقل الحديد بالونش أما الكابلات فيحملها عمال.

جـ- تتم عملية الصب بوساطة مضخة الخرسانة Pumpcrete التى تغذيها عربة

خلط خرسانة Ready mix concrete تنقل الخرسانة من محطة الخلط.

د- يتم تركيب الشدات والفرم وصب البلاطات علي التوالى من الخارج إلى الداخل ويمكن بعد صب أول بلاطة في المستوى العلوى تشوين حديد التسليح والكابلات عليها.

هـ- يتم فك الشدات أسفل البلاطة العلوية بعد ٢١ يوماً من الصب. ويجب أن تتم عملية الفك أولاً بأول حتى يسهل سحب الشدات من تجويف البلاطتين.

٥- صب الكوبستة والبردورة :

بعد الانتهاء من صب بلاطة الكوبرى العليا توضع شدات الكوبستة والبردورة وتجرى عملية الصب بنفس الطريقة باستخدام عربة ضخ الأسمنت مع استخذام الهزاز اليدوى وبعد التسوية بالمسطرين يتم فك الشدات بعد شك الخرسانة.

أعمال الخرسانة بالمشروع :

أولاً : حديد التسليح :

لتقليل سمك البلاطات الخرسانية صمم الكوبرى على أساس البلاطات سابقة الإجهاد وقد استخدمت أسياخ حديد تسليح ١٠ ϕ ٢٥ ϕ كذلك كابلات يمكن التحكم فى أطوالها المختلفة حيث توجد ورشة كابلات فى آخر الموقع. والكابلات مزودة عند نهاياتها بقلاووظ حتى يمكن توصيلها ببعضها البعض، وهى مغلفة بجراب معدنى مرن حيث يسهل شده وضغطه ووظيفته منع التصاق الكابل بالخرسانة قبل الشد، ويتصل بالجراب خرطوم لحقن الجراب بمادة أسمنتية تعمل على التماسك بعد عملية الشد.

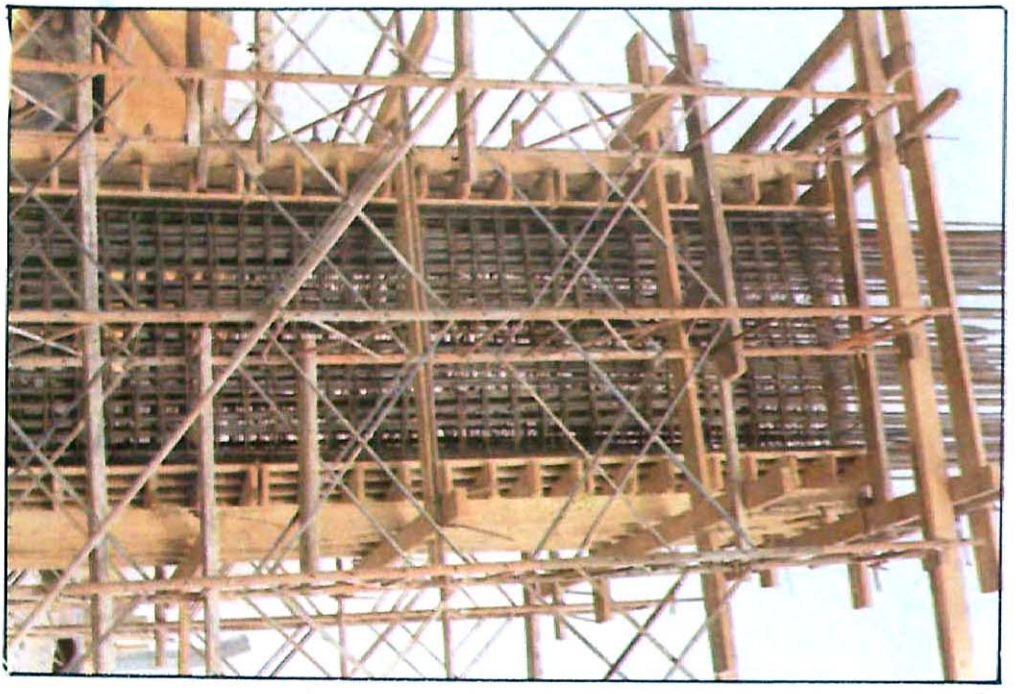
وتوضع الكابلات مع الحديد مع مراعاة أن تكون خراطيم الحقن أعلى من منسوب الصب، ويتم شد الكابلات بعد عملية الصب بثلاثة أيام بوساطة جهاز للشد حتى درجة إجهاد معينة حسب التصميم وبعد أن تشك الخرسانة ترفع ماكينة الشد.

شكل (١٤٧) منظور عام أثناء تنفيذ المرحلة الأولى للمشروع

شكل (١٤٨) نقل شكاير الأسمنت من اللورى بوساطة المصعد لتفريغها فى الصوامع

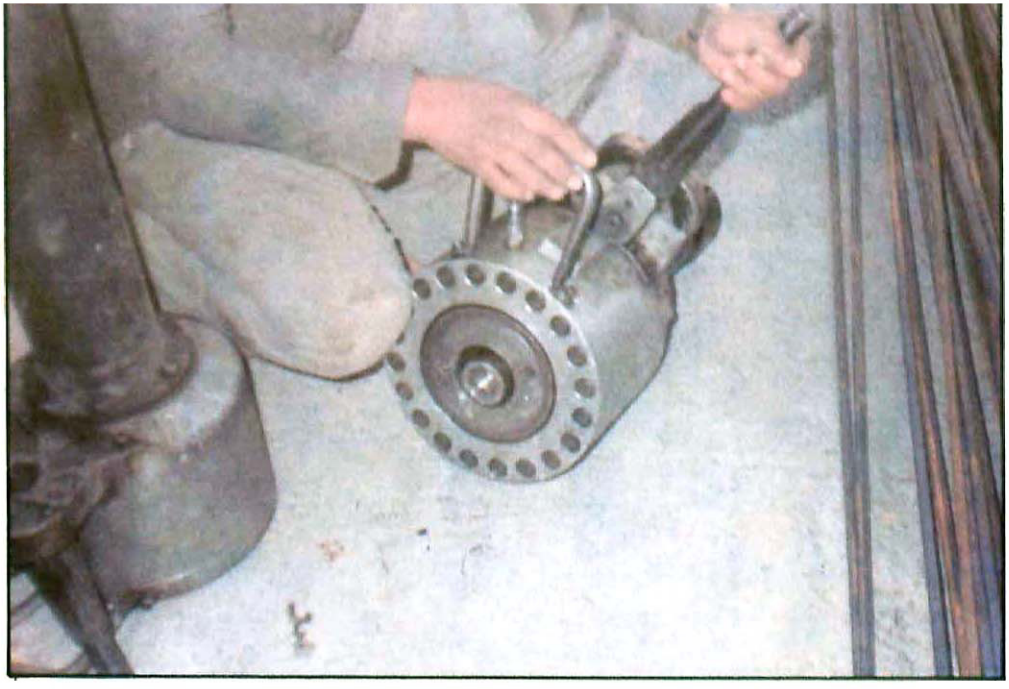
شكل (١٤٩) ماكينة حفر الخوازيق ودقها

شكل (١٥٠)بريمة الحفر



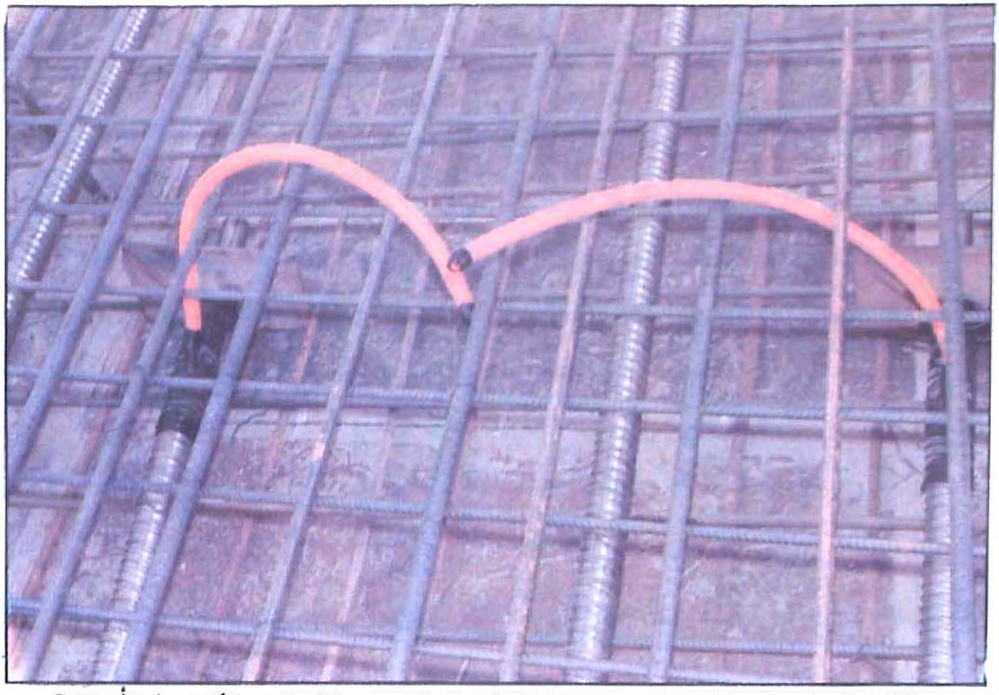
شكل (١٥١) تسليح الأعمدة والشدات

شكل (١٥٢)استخدام عربة الضخ فى صب خرسانة البلاطة العلوية ويلاحظ تثبيت المضخة فى الأرض بأذرع



شكل (١٥٣) ماكينة شد الكابلات

شكل (١٥٤) تسليح جسم الكوبرى



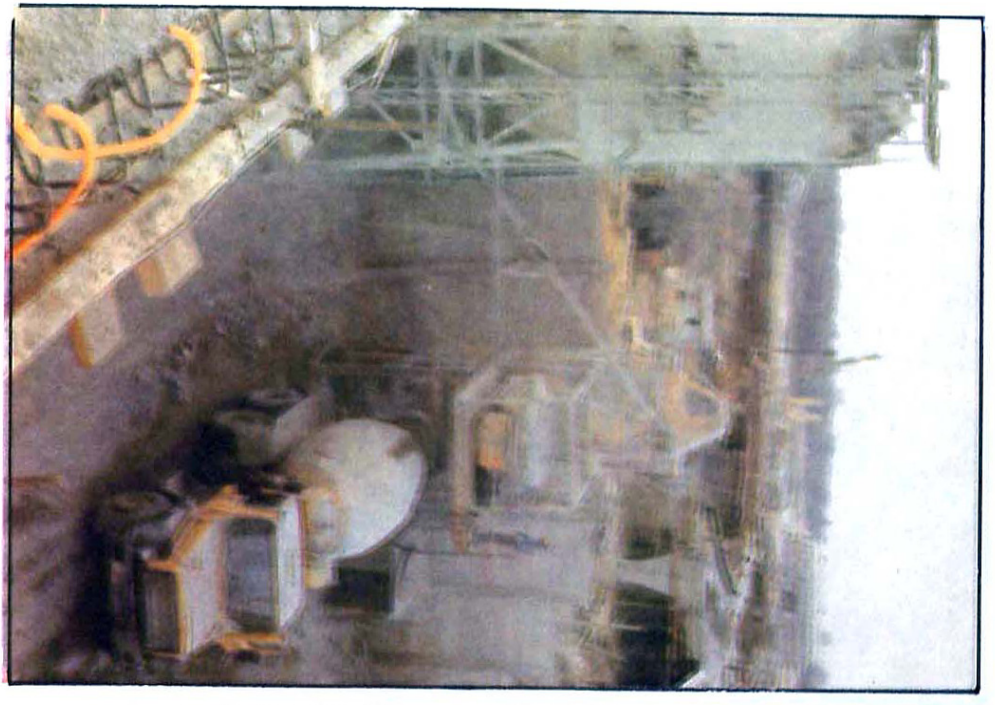
شكل (١٥٥) حديد وكابلات تسليح البلاطة ويظهر فى الصورة خراطيم حقن الكابل بمادة أسمنتية للتماسك

شكل (١٥٦) محطة خلط الخرسانة مع تشوينات الرمل والركام

ثانياً : خلط الخرسانة

أخذت محطة الخلط موقعاً متوسطاً وقريباً من مسارات الحركة الرئيسية يمكنهامن خدمة جميع مراحل المشروع، وتم تمهيد طريق أمامها لحركة عمليات الصب. وقد استخدم أسمنت شديد النعومة Super fine سريع الشك ذو قوة ٤٠٠ كجم/سم^{٣}، وهو يستجلب من حلوان معبأ فى شكائر يتم رفعها بعد ذلك بوساطة مصعد إلى أعلى الصومعة حيث يقوم عدد من العمال بتفريغها فى الصومعة. أما الماء فيضاف على الخليط الجاف بعربة خلط ونقل الخرسانة وتملأ عربة كل ربع ساعة والعربة مزودة بحلة متحركة ذات ريشات ثابتة وبخزان مياه. وقبل تفريغ الخرسانة الجافة فى العربة يتم خلطها فى حلة الخلاط وسعتها ٥م^{٣} لمدة دقيقة.

بعد ذلك يتم غسل العربات بصفة دورية بعد الدق عليها بغرض التخلص من بقايا الخرسانة المتصلدة. وقد استعملت سقالات معدنية وشدات خشبية مع فرم من الفورمايكا للحصول على سطح أملس.



شكل (١٥٧) نقل الخرسانة الجافة من محطة الخلط إلى العربة

المرحلة النهائية

تم فرش الرمل ودمكه دمكاً جيداً بوساطة الهراس والبلدوزر، ثم وضعت طبقة خرسانة سمك ١٠ سم ثم الركام وكسر الحجر اللازم لعملية الرصف ثم الرصف النهائى.

وعلى التوازى لهذا كان العمل فى إزالة المعدات وتسوية وإعداد ما تحت الكوبرى سواء برصف الشارع أو بإعداد المناطق الخضراء.

مثال ٢ : مشروع نفق الصرف الصحى من غمرة إلى باب الشعرية

شكل (من١٥٨ إلى ١٦٨)

يوضح شكل (١٥٨) خط الصرف الصحى ومواقع العمل المختلفة

وفيما يلى شرح المشروع المنفذ بالموقع رقم (٩) بباب الشعرية.

الموقع :

يأخذ الموقع استطالة موازياً لشارع الجيش وقد تحددت المداخل على الضلعين الصغيرين من تفريعات من الطريق الرئيسى حيث يحيط به سور خشبى يحمل يافطة باسم المشروع وبياناته.

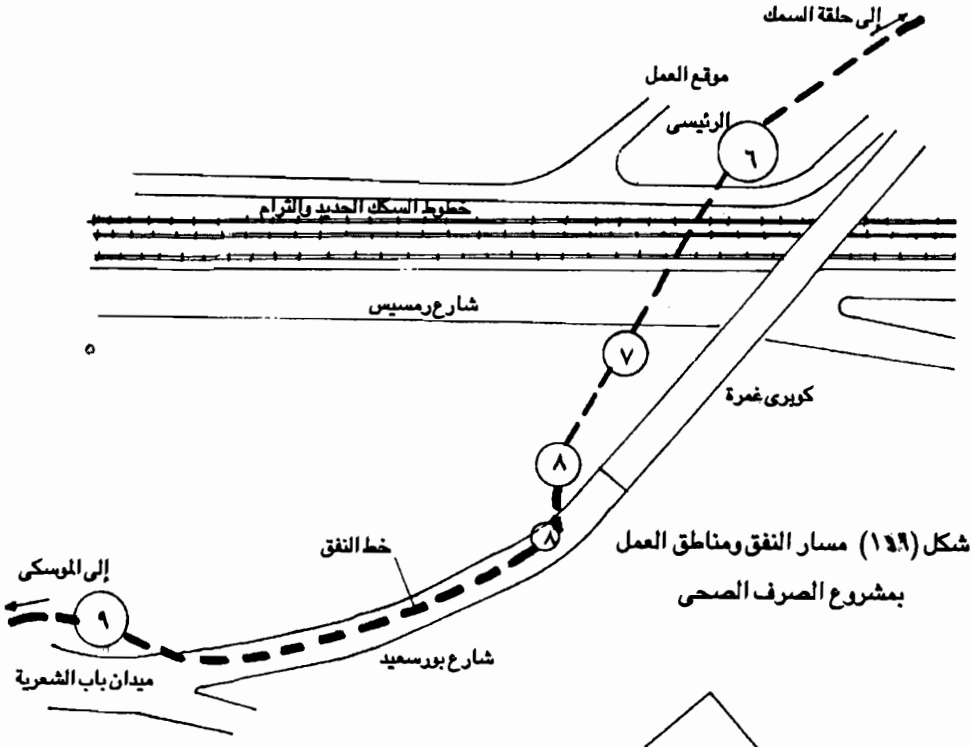
والبيارة هى مركز الموقع فيعلوها الونش العبارى ويحيط بها خلاط المونة والخرسانة والتشوينات قصيرة الأمد وكذلك محطة فصل التربة .

المعدات المستخدمة :

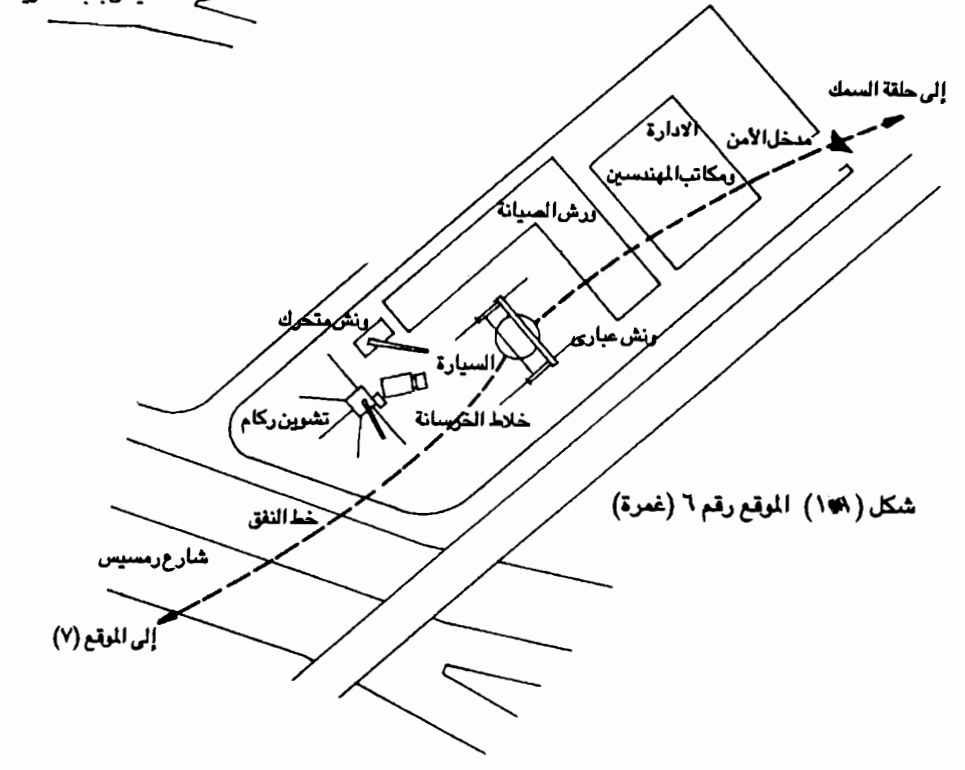
١- ونش عبارى gantry crane ويعمل على نقل وإنزال المعدات والخامات داخل البيارة بحمل أقصى ٢٥٠ طناً، ويتحرك بسرعة ٥-٦ متر/دقيقة.

٢- ونش ذو حبل guyed Derrick متحرك لنقل المعدات وتفريغ الشاحنات.

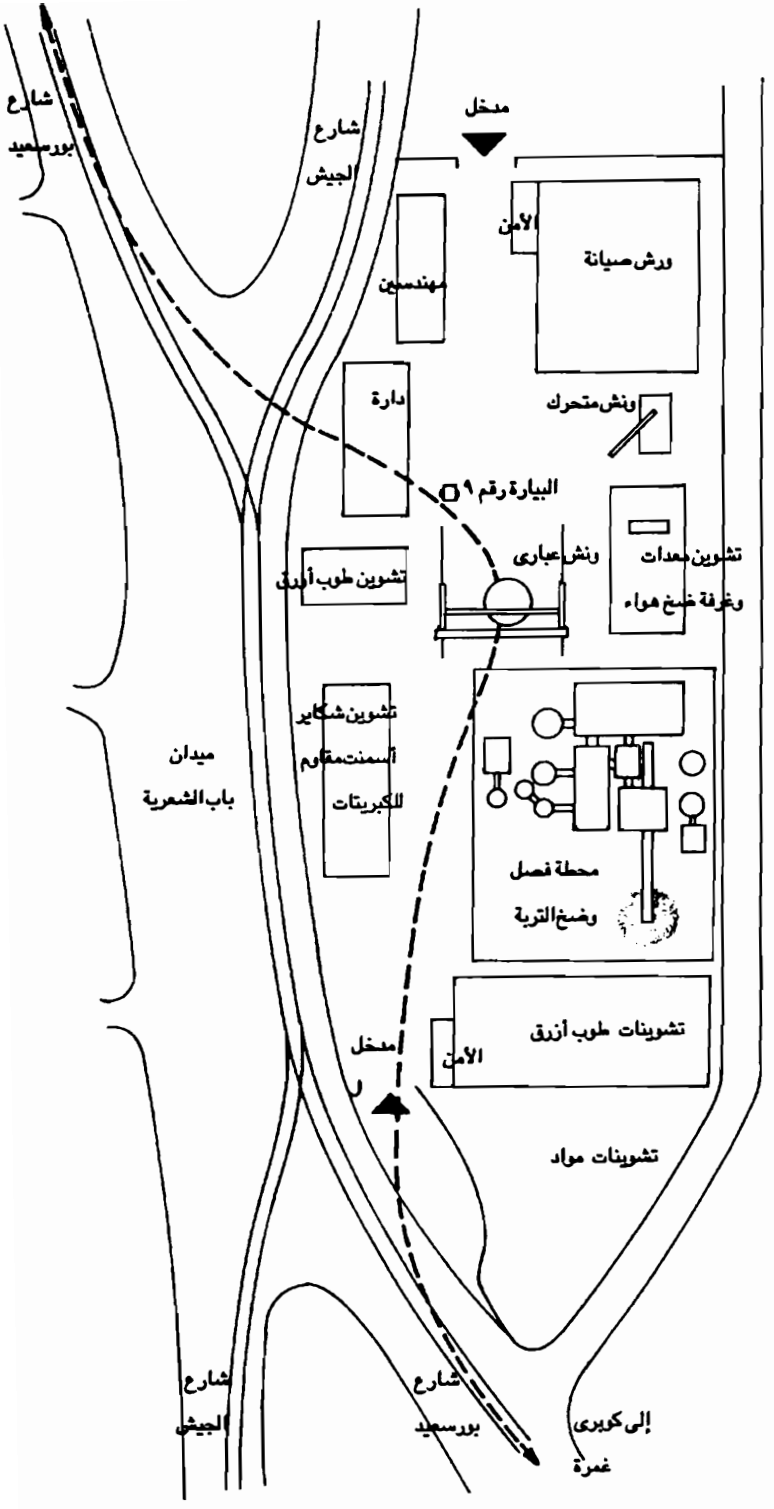
٣- حفار صغير smally ويقوم بعمليات حفر البيارة والجزء الأول من النفق.



شكل (١٤٩) مسار النفق ومناطق العمل بمشروع الصرف الصحى

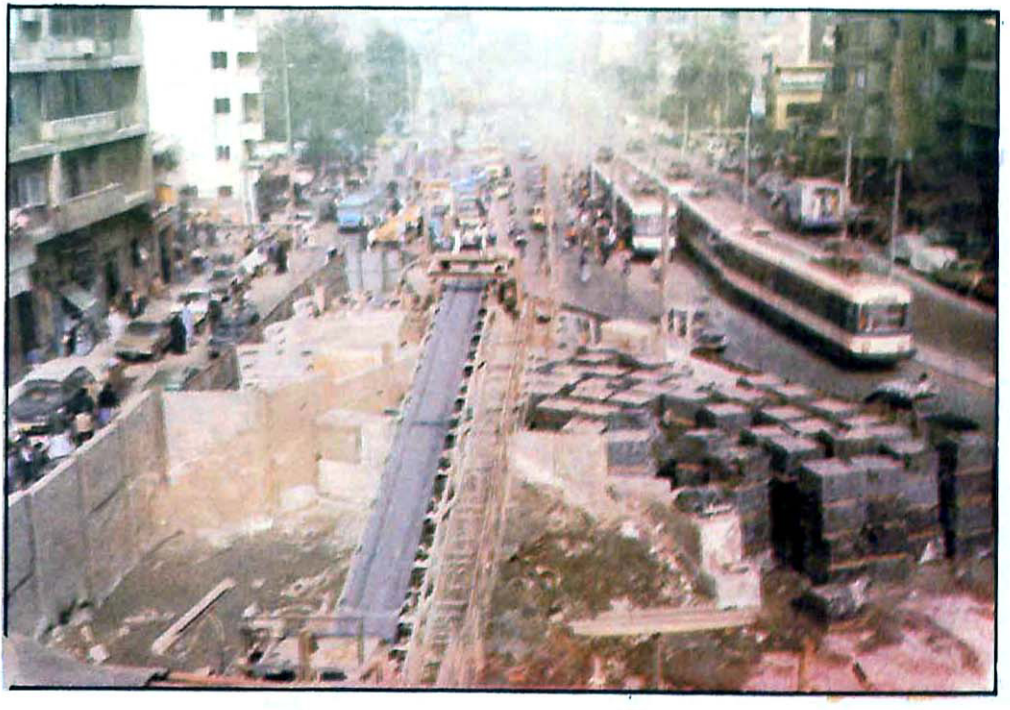


شكل (١٥٠) الموقع رقم ٦ (غمرة)



شكل (١٦٨) موقع رقم (٩) باب الشعرية : كروكى للمسقط التنفيذى

شكل (١٦١) الموقع العام للمشروع ومدخل البيارة



شكل (١٦٢) السير الرافع لنقل الأتربة

٤- ماكينة حفر جسم النفق ويبلغ قطرها ٥ أمتار وبطول ٤٠ متراً وتحفر بسرعة ١ متر/ ساعة وسيتم شرحها تفصيلياً لاحقاً.

٥- خلاط خرسانة لتجهيز الخرسانة لأعمال تبطين النفق.

٦- خلاط صغير لخلط المونة اللازمة لأعمال تبطين النفق بالطوب الأزرق.

٧- محطة فصل التربة، لفصل البنتونيت عن الطمى والطين والماء فى ناتج الحفر وإعادة ضخه.

٨- قطار نقل صغير للتخلص من الفضلات بالنفق.

٩- مصعد لصعود وهبوط الأفراد داخل البيارة.

١٠- سير متحرك لنقل الأتربة من محطة الفصل إلى مكان التشوين والتجميع.

١١- لودر لنقل الركام والأتربة داخل الموقع.

١٢- لودر شوكة لنقل الطوب من الشاحنات وتحميله على عربات قطار الموقع.

١٣- مضخة هواء Compressor لتكسير الحجارة وأجزاء التربة الصلبة.

١٤- مضخة مياه water jet لتنظيف العراميش من المونة.

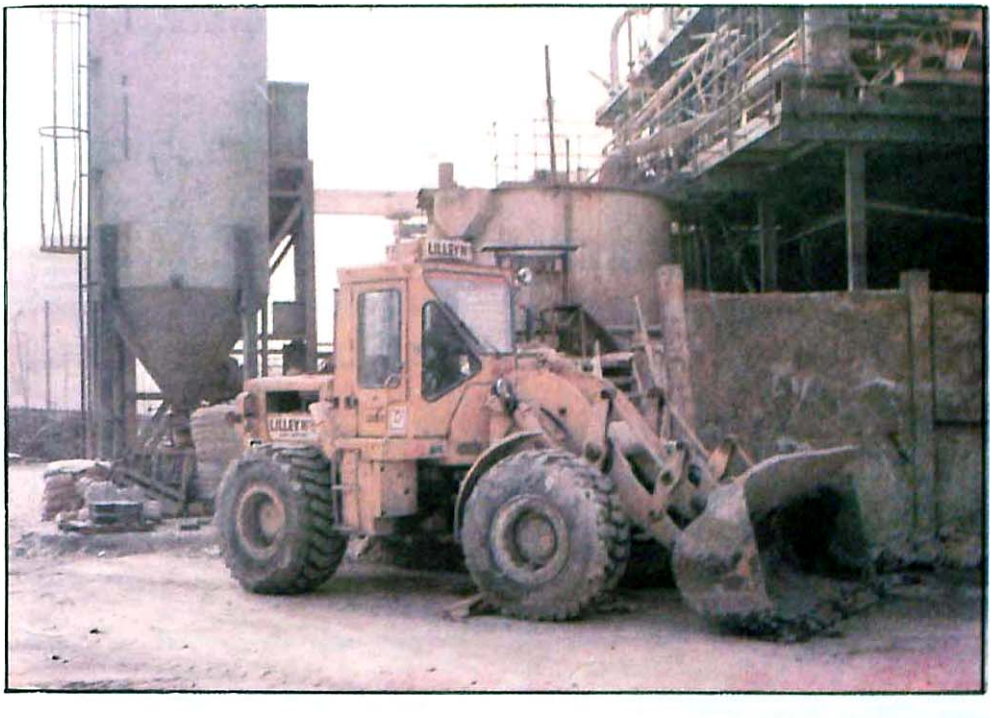
خطوات تنفيذ المشروع :

١- بعد *تحديد مواقع* البيارات يتم إخلاؤها من مختلف المرافق مثل مواسير المياه والمجارى وكابلات الكهرباء والتليفونات والغاز وقضبان الترام والسكك الحديدية وذلك بتحويلها بعيداً عن مكان البيارة؛ وقد يحتاج الأمر إلى تحويل طرق أو حتى تغيير خطوط ميدان بأكمله مثلما حدث فى ميدان باب الشعرية وباب الخلق.

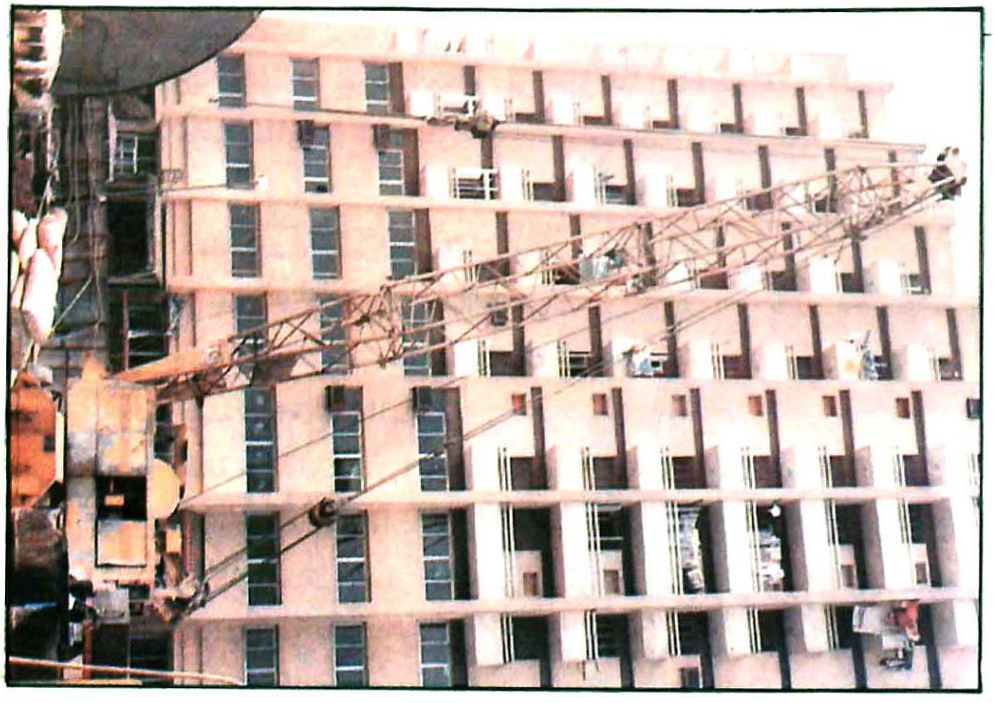
٢- *دق البيارة :*

يتم إنزال قيسون خرسانى طوله ١٠ أمتار وقطره حوالى ١٠ أمتار، وذلك بوساطة الحفر والتغويص حتى العمق المطلوب. ولمواجهة مشكلة المياه الجوفية تمت تغطيته من أعلى مع رفع ضغط الهواء قليلاً عن ضغط المياه الجوفية حتى لا ترتفع

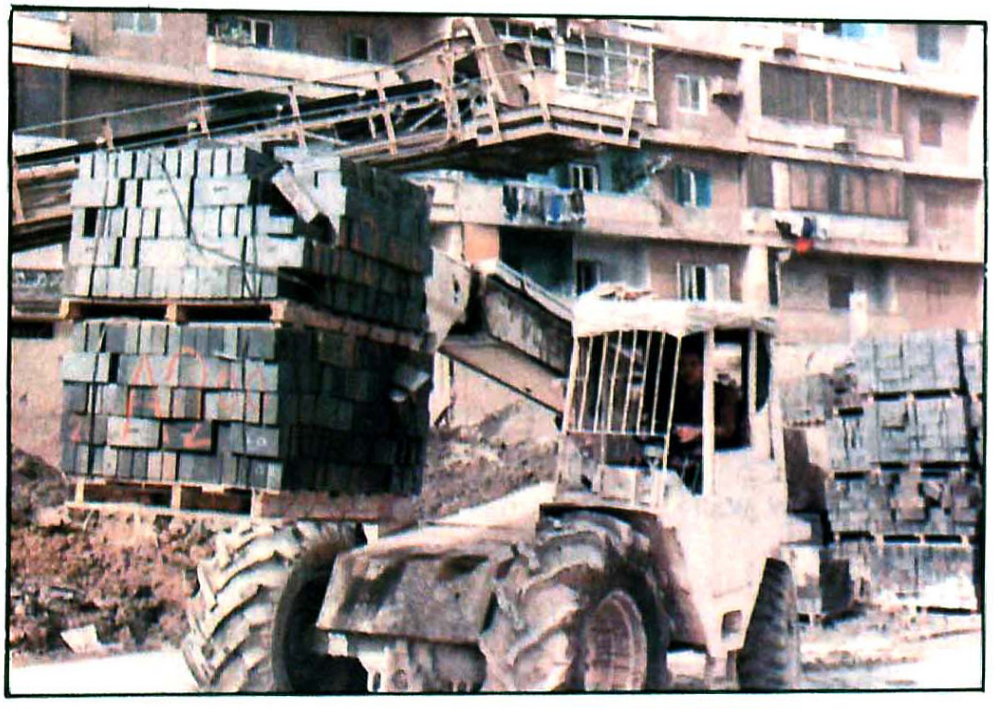
شكل (١٦٣) المصعد لإنزال المواد داخل البيارة



شكل (١٦٤) بلدوزر للتسوية ونقل الأتربة



شكل (١٦٥) الونش المتحرك ذو السلك



شكل (١٦٦) اللودر الشوكة يحمل الطوب الأزرق

فى القيسون، وذلك بعد تدريب العمال على تحمل هذا الضغط واختبار ذلك؛ ثم يتم صب فَرْشَةٌ خرسانية بارتفاع ٢,٥ متر.

٣- *عملية حفر وتبطين جسم النفق :*

يتكون جسم النفق من ثلاث طبقات هى :

ا- جسم النفق نفسه من حلقات الخرسانة المسلحة.

ب- طبقة من الخرسانة المسلحة.

جـ- طبقة من الطوب الأزرق المقاوم للأحماض الناتجة عن مياه الصرف الصحى.

ويتم تنفيذه طبقاً للخطوات التالية :

١- يتم إنزال ماكينة حفر النفق من البيارةحتى منسوب حفر النفق بوساطة الونش العبارى .

٢- يبلغ طول الماكينة ١٠ أمتار ولوضعها على بداية النفق يحفر لها يدوياً بوساطة الحفار الصغير المستخدم فى حفر البيارة جزء أفقى كاف توضع به الحلقات الخرسانية الأولى يدوياً.

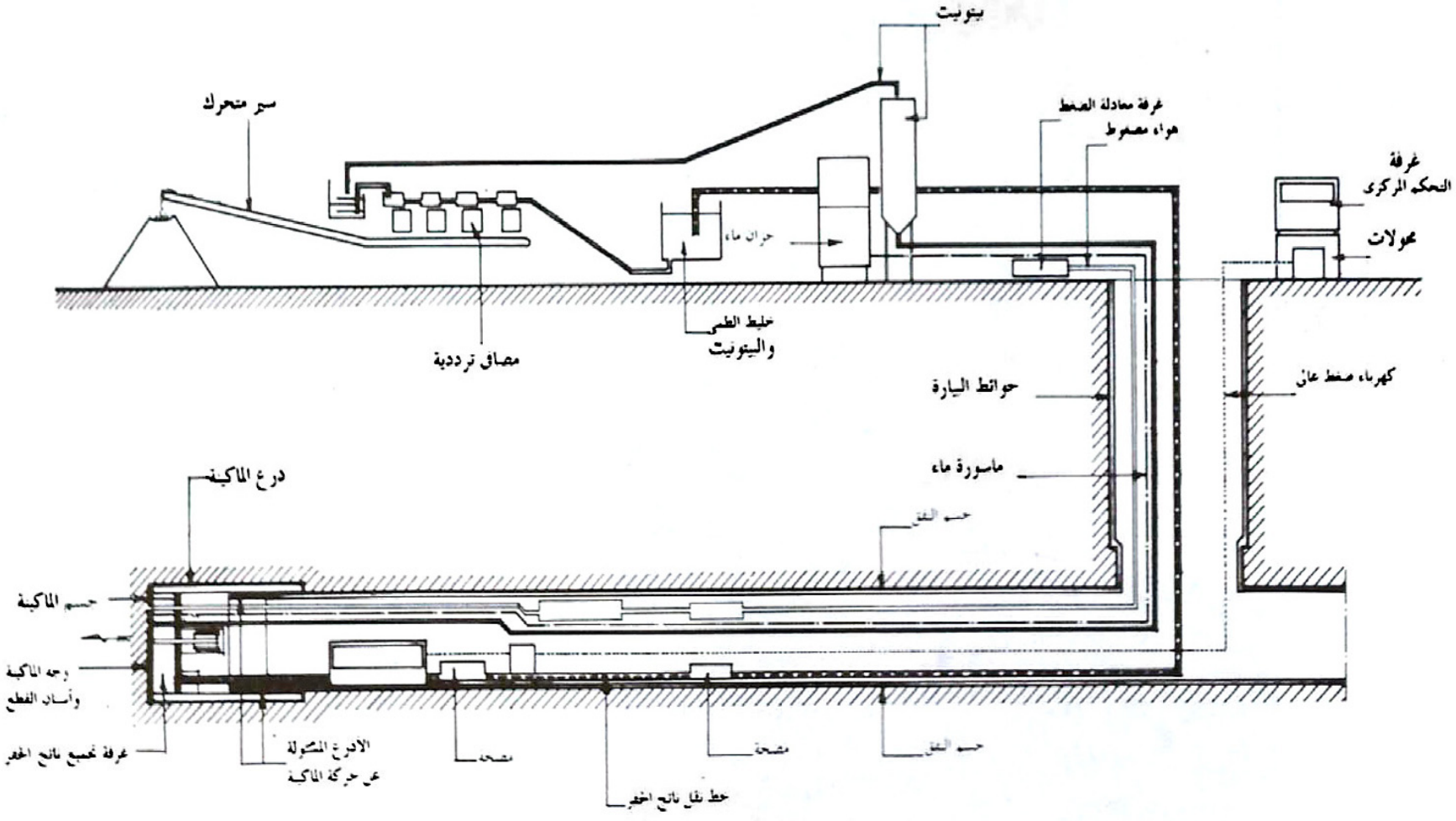
٣- تسير الماكينة داخل النفق فى الاتجاه المحدد لها وتقوم بالحفر أثناء سيرها، وبعد حفر كل متر يتم تركيب الحلقة الخرسانية حتى لا تنهار التربة.

٤- ولعملية التبطين يقوم الونش العبارى بحمل الطوب الأزرق المحمل على عربات القطار وينزلها من فتحة البيارة حتى تركب على القضبان الممتدة داخل جسم النفق وتجر إلى مكان التبطين.

وبعد عملية التطبين يتم تنظيف العراميش من المونة ثم تملأ بمادة الإيبوكسى المقاومة الأحماض والغازات.

وصف ماكينة حفر النفق Shield Slaried Plant (الشكل ١٦٧)

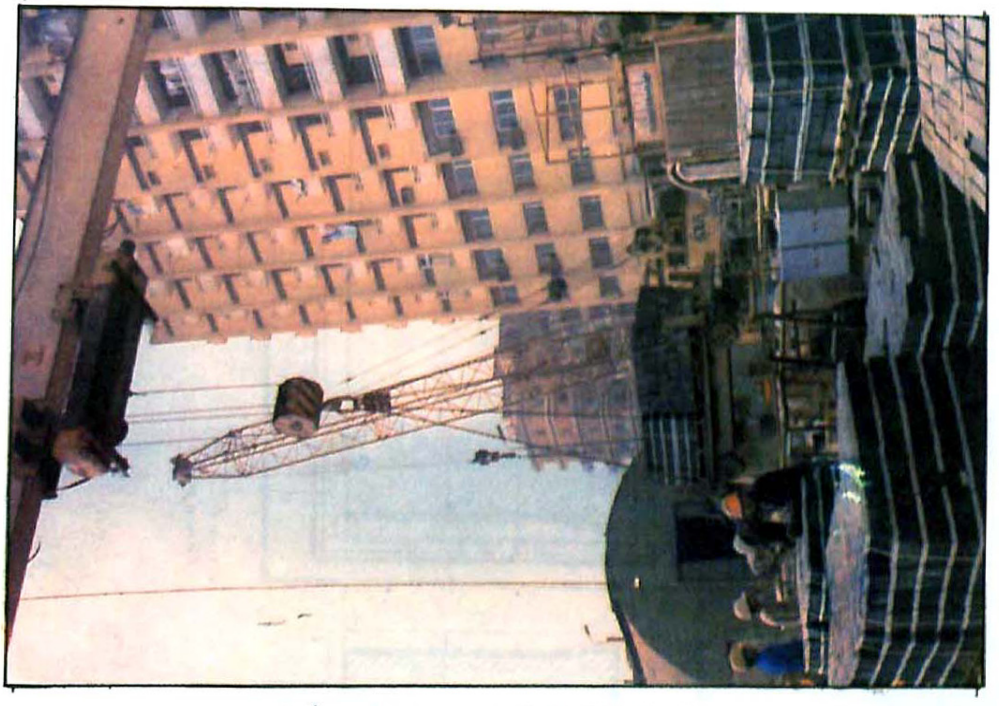
- تقوم الماكينة بكافة الأعمال داخل النفق .
- يبلغ طولها ١٠ أمتار دون ملحقات، أما بملحقاتها التى تسحبها خلفها وهى غرفة التحكم ومضخات الهواء المضغوط والتربة وغرفة الضغط العالى



شكل ١٦٧ رسم توضيحى لماكينة حفر النفق

والتشحيم ومحولات الكهرباء فتبلغ ٤٠ متراً ويبلغ قطرها ٥ أمتار ووزنها ١٥٠ طناً.

- الماكينة تصميم يابانى ومصنعة فى إنجلترا، ومن هناك تم شحنها مركبة على شاحنة خاصة يصل عدد عجلاتها إلى ٤٠ عجلة لتوزيع الأحمال على الطريق.
- يتم توجيه الماكينة بأشعة الليزر، وبها غرفتا تحكم إحداهما خلفها والأخرى فوق سطح الأرض وتتصلان لاسلكياً.
- يقوم الجزء الأمامى من الماكينة (الوجه) بعمليات الحفر، وهو بسمك متر وتوجد به أسنان الحفر الرئيسية، كما يوجد على جانبيه فتحات بأبعاد ٢٥×٦٠ سم لتجميع الأتربة الناتجة. والأسنان والفتحات فى اتجاهين لكى يسمح بحرية الدوران مع أو عكس عقارب الساعة.
- للتغلب على الأحجار الكبيرة التى قد تواجه عملية الحفر يوجد بوجه الماكينة



شكل (١٦٨) الونش العبارى يحمل الطوب الأزرق
على عربات قطار مسطحة لإنزاله داخل البيارة

فتحة يتم من خلالها ضخ الهواء المضغوط لخلق فراغ يمكن للحفارات الصغيرة الدلوف منه لتفتيت الأحجار.

- خلف وجه الحفار حجرة عرضها متر تتجمع فيها الأتربة ونواتج الحفر حيث يتم تفريغها فى ماسورة لسحبها بمضخات حتى مستوى سطح الأرض، ويقوم جزء من الماكينة بضغط التربة إلى قطر أصغر من قطر الماسورة حتى يسهل سحبها.
- خلف حجرة المخلفات توجد غرفة الماكينات التى تعمل على دوران وجه الماكينة بتركيب الحلقات الخرسانية عن طريق روافع خاصة داخل درع الماكينة أوتوماتيكياً.
- تقوم روافع Jacks ترتكز على جسم النفق الخرسانى الذى تم صبه بدفع الماكينة الحفر إلى الأمام.
- عند بدء تشغيل الماكينة تسحب للخلف قليلاً حتى تكون مقاومة التربة لها أقل، عندئذ تعمل بسهولة .

مثال ٣ : المشروع العام لمجارى حلوان - المجمع الرئيسى للمجارى -

شكل (من١٦٩إلى١٨٤)

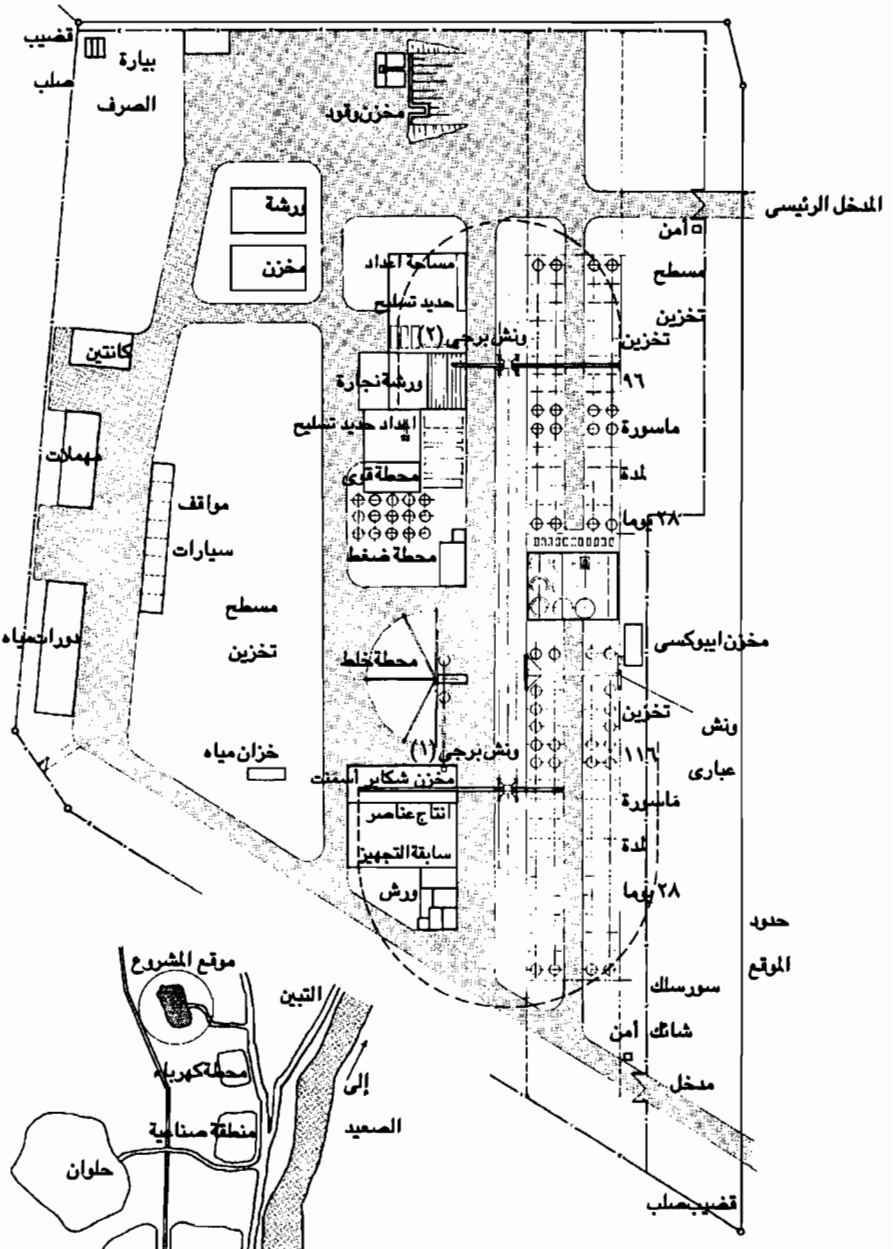
لحساب وزارة الإسكان والمرافق - الجهاز التنفيذى لمشروع الصرف الصحى للقاهرة - تنفيذ شركة النصر للمقاولات بالاشتراك مع ٤ شركات ألمانية وهو مثال لمشروع يقع بعيداً عن المدينة حيث يقع فى أول طريق الصعيد عند قرية «كفر العلو».

الغرض من المشروع :

تصنيع مواسير من الخرسانة المسلحة قطر ٣,٢٥ متر كمجمع لمياه الصرف المحمى وتركيبها بطول ١٠ كيلومترات.

الموقع واختيار المعدات :

أحيط الموقع بسور سلك شائك واستمرت الحراسة على مدى الـ٢٤ ساعة على فترتين. ويوضح الرسم تنظيم الموقع الخاص بتصنيع العناصر الجاهزة. وقد روعى فيه



شكل (١٧٠) المسقط التنفيذى للمشروع

شكل (١٦٩) الموقع العام

مركزية عملية إنتاج العناصر والتخزين الخاص بالاستعمال المباشر للمواد مع انتشار أماكن التخزين طويلة المدى على محيط الموقع. ويخدم على الموقع طريق دائرى تخرج منه تفريعات لكل منطقة استعمال. ويلاحظ ابتعاد مخزن الوقود عن كل العمليات وكذلك الخدمات مثل الكانتين والمكاتب وما شابه ذلك.

وتم اختيار المعدات اللازمة للعمل بناءً على وجود المشروع فى منطقة نائية؛ فقد تم تزويده بمولدات كهربائية وورش لصنع الشدات الخشبية وورش صيانة، وكذلك محطة خلط مركزية للخرسانة كانت تقوم بالتخديم على مواقع أخرى نظراً لضخامتها.

مراحل تنفيذ المشروع :

نقل المواد الخام والمعدات وتخزينها :

- تم نقل الرمل والزلط بوساطة لوريات ذات قلاب، كما تم تشوينها حسب التدرج الحبيبى بجوار مكان الخلط؛ أما الأسمنت فقد استجلب سائباً فى عربات خاصة بنقل الأسمنت، ثم يخزن فى صوامع بجوار الخلاطة المركزية.
- كان الحصول على المياه من بئر قريبة من الموقع عن طريق ضخها بطلمبات ثم معالجتها من نسبة الكلور العالية بإضافة مياه عذبة مستجلبة من وصلة مياه حكومية.
- أما حديد التسليح والأخشاب فقد نقلت على شاحنات خاصة بالعناصر ذات الأطوال.
- ونظراً لاستخدام معدات على جنزير فقد تم جلبها للموقع فوق لوريات ذات مقطورات مناسبة.

المعدات المستخدمة فى المشروع :

- لوريات مختلفة الأشكال لنقل المواد.
- حفار هيدروليكى وماكينة حفر رأسية.
- لوادر مختلفة السعة وبلدوزر للتسوية.
- محطة خلط مركزية.

- عربات نقل الخرسانة.
- عدد ٢ ونش برجى يتحرك على قضبان بينهما مسافة ٤,٥ متر ويغطى دائرة قطرها ٦٠ متر ويستخدم فى نقل الخرسانة من الخلاطة المركزية كذلك شبكة حديد التسليح الملحوم إلى موقع الصب، وأخيراً نقل المنتج النهائى إلى مكان التخزين.
- ونش عبارى ويتحرك على قضيبين المسافة بينهما ١٢ متراً ويقوم بنقل الفرم الحديدية إلى موقعها، ويكمل بقية حركة تصنيع الماسورة، وبعد معالجة المواسير يقوم بنقلها إلى مقطورات مكسحة تنقله إلى كوقع الاستخدام.
- ونش تلسكوبى يتحرك على عجل يقوم بوضع المواسير فى مكانها النهائى.
- ورشة نجارة بمخازنها.
- ورشة صيانة بمخازنها.
- معدات رصف.

خطوات تنفيذ المشروع :

يتكون المشروع من جزأين :

أولاً: تصنيع المواسير والبلاطات المسطحة المسلحة . لتخزين حديد التسليح عليها ولأغراض أخرى.

ثانياً : الحفر ووضع المواسير فى أماكنها والتشطيب.

أولاً تصنيع المواسير والوحدات المسطحة :

ا- *حديد التسليح :* ويأتى فى صورة شبكات ملحومة تخزن فوق بلاطات خرسانية تعزلها عن الأرض منعاً للصدأ. ويتم ترقيم الشبكات حسب الحجم وأقطار أسياخ التسليح. ويتم تجهيز شبكات التسليح قبل عملية خلط الخرسانة استعداداً للصب، ثم ترفع بوساطة الونش البرجى لوضعها على الجزء الداخلى من الفرم الحديدية بعد وضع البطانة الداخلية العازلة للماسورة مع وضع البسكوتة للمحافظة على مسافة الغطاء الخرسانى وتثبيت الأجزاء التى

ترفع منها الماسورة . بعد ذلك يوضع الجزء الخارجى من الفورمة المعدنية المزودة بمنصة لمراقبة عملية الصب.

ب- *عملية الصب :*

يستخدم فى صناعة الخرسانة الخاصة بالمواسير نوعان من الأسمنت؛ الأسمنت البورتلاندى العادى، وأسمنت مقاوم للكبريتات. ويضاف إلى الأسمنت مواد تسرع من شكه.

ويبلغ حجم المواد الخام المستهلكة يومياً :

- ٣٢ طن أسمنت ويخزن فى صوامع سعة الواحدة ١٠٥ أطنان ويتم ضخه مباشرة إلى حلة الخلط المركزية.
- ٦٠ م^{٣} زلط.
- ١٥٠ م^{٣} رمل.

ويتم خلط الخرسانة فى المحطة المركزية أوتوماتيكياً بوساطة الكمبيوتر بناء على برنامج لتحديد نسب الخلط بالوزن والموجود بكابينة التحكم المركزى بالخلاط.

وتنقل الخرسانة بعد خلطها إلى القادوس المعلق فى الونش أو إلى عربات خلط الخرسانة سعة ٤م^{٣} والتى تعالج بلف خيش مبلل حولها لمنع تكون قشرة داخلية متصلبة من الخرسانة يصعب تنظيفها.

وتقوم هذه العربات بتغذية مواقع أخرى نظراً لضخامة المحطة المركزية وبالنسبة للبلاطات المسطحة يتم الصب بالقادوس مباشرة بحيث لا يرتفع عن الفورمة أكثرمن ٤٥ سم لضمان عدم حدوث انفصال حبيبى. ويوضع الهزاز الميكانيكى داخل الفورمة أثناء الصب لتسهيل تشغيل الخرسانة ثم يسوى سطح الخرسانة بوساطة الإدّة.

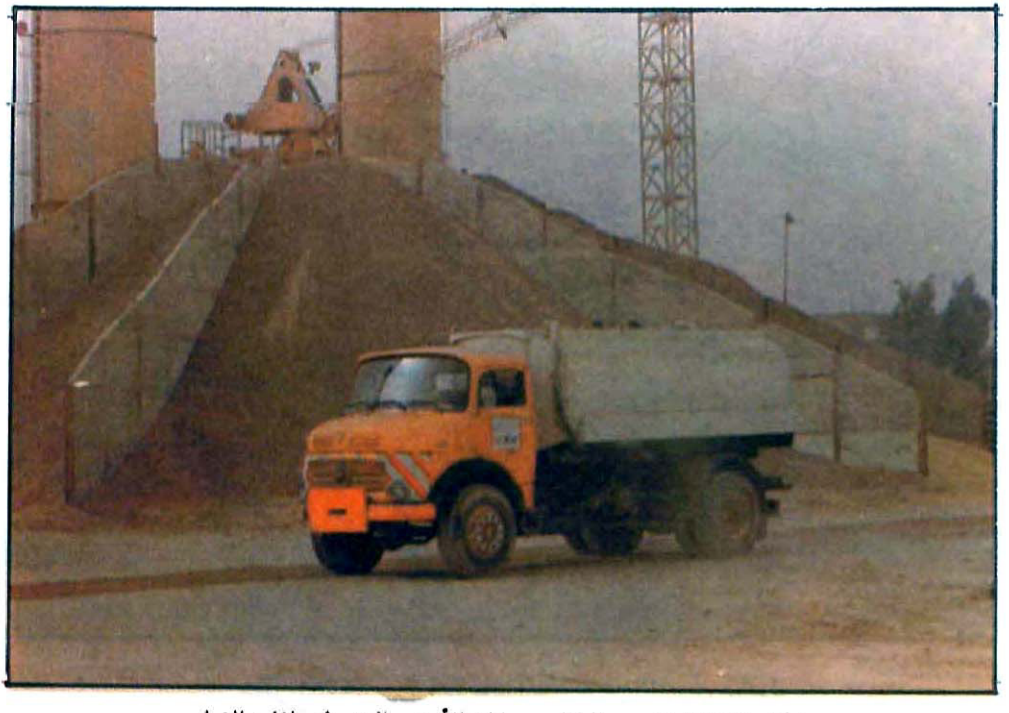
أما بالنسبة للمواسير فيكون الصب بمضخة الخرسانة ويقوم بعملية الدمك هزازات مثبتة خارجياً بالفورمة الحديد. وبعد ٤ ساعات صيفاً تمتد إلى ٦ ساعات شتاءً وهو زمن الشك المبدئى للخرسانة ترفع الفرم الحديدية الداخلية ثم المواسير.

وبهذا الأسلوب يكون الناتج ٦ مواسير فى اليوم على وردبتهن. وبعد الشك تدفع المواسير من مكانها لدهانها من الداخل والخارج بالبيتومين العازل. وتنقل بالونش العبارى إلى المقطورات.

شكل (١٧١) هراس دمك الأرض

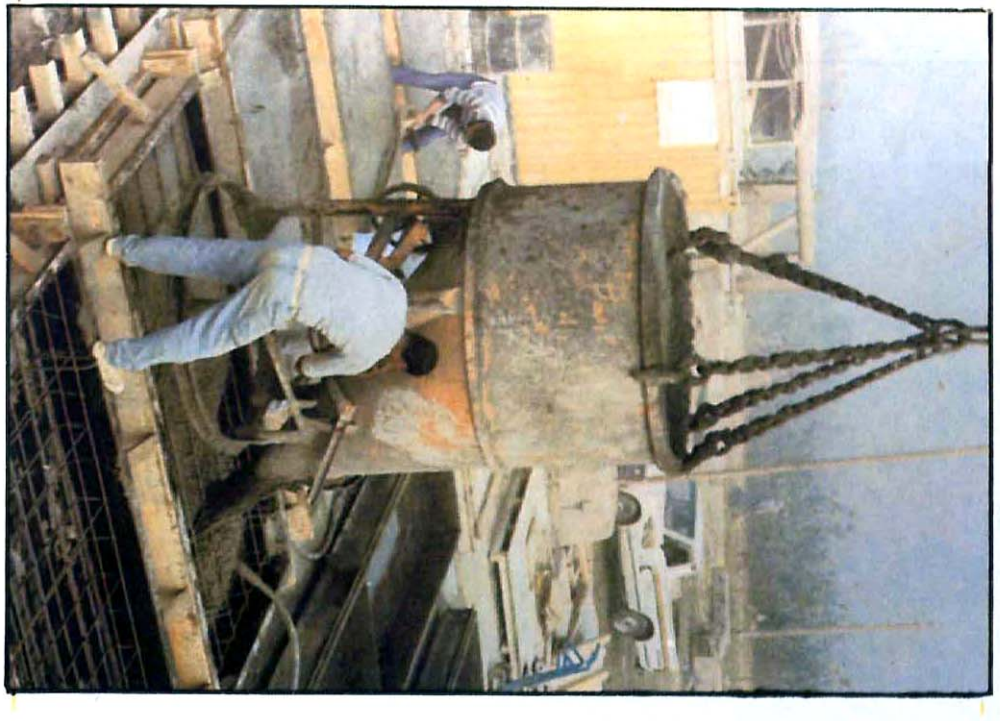
شكل (١٧٢)معدة فرد الأسفلت والرصف

شكل (١٧٣) تشوين شبكات حديد التسليح على بلاطات خرسانية مسطحة منعاً للصدأ ويلاحظ ترقيم الشبكات

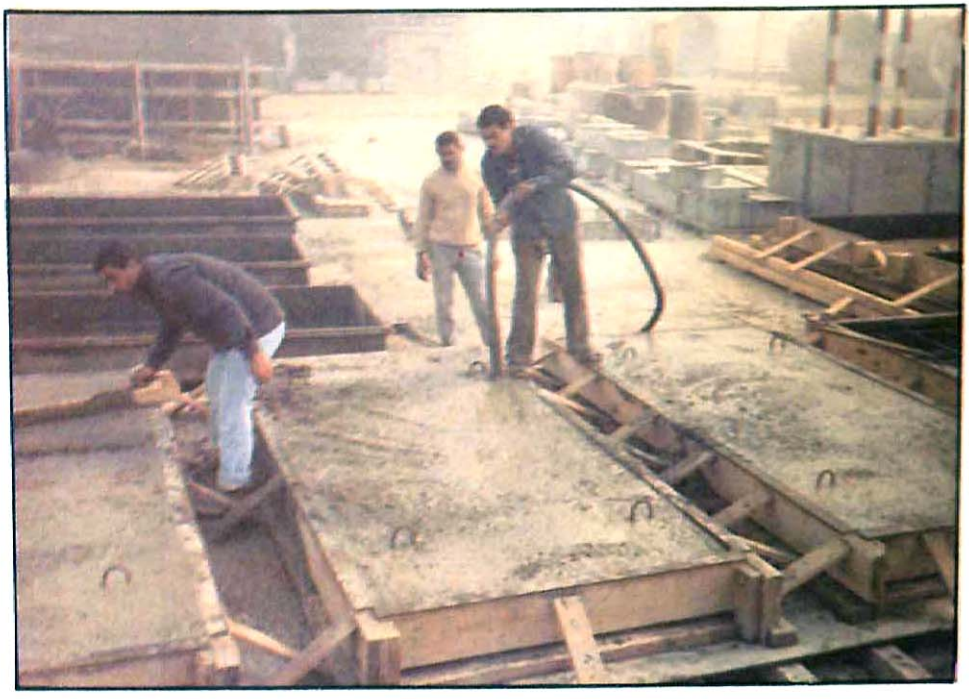


شكل (١٧٤) تشوين الركام ومعالجة الأرض بالرش لمنع إثارة الغبار

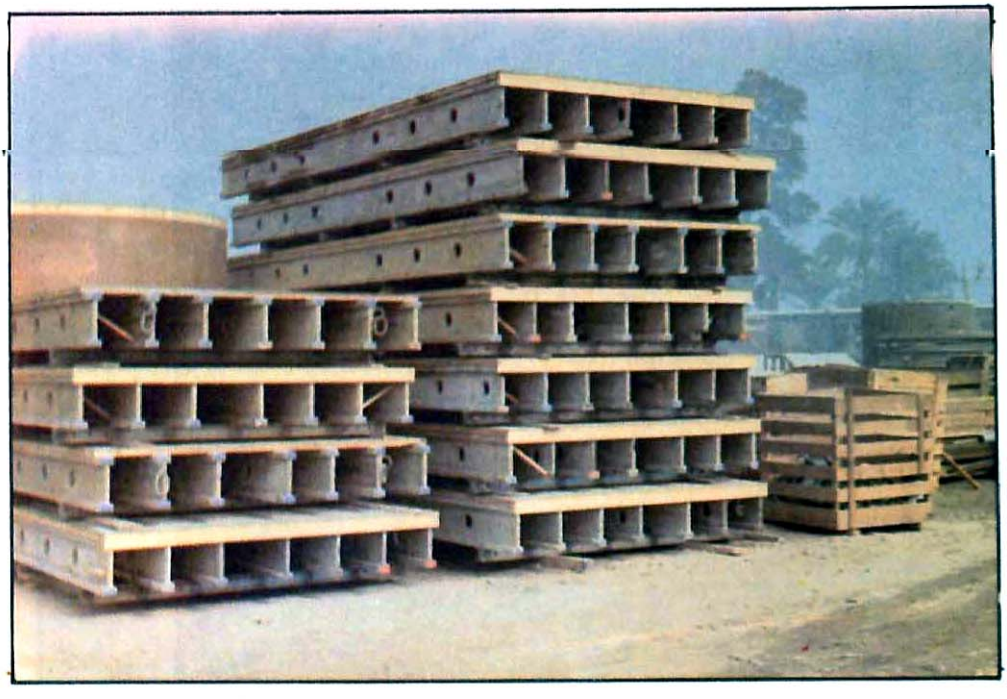
شكل (١٧٥) ضخ الأسمنت السائب من الشاحنة



شكل (١٧٦) صب البلاطات المسطحة من القادوس مباشرة



شكل (١٧٧) دمك الخرسانة بالهزاز

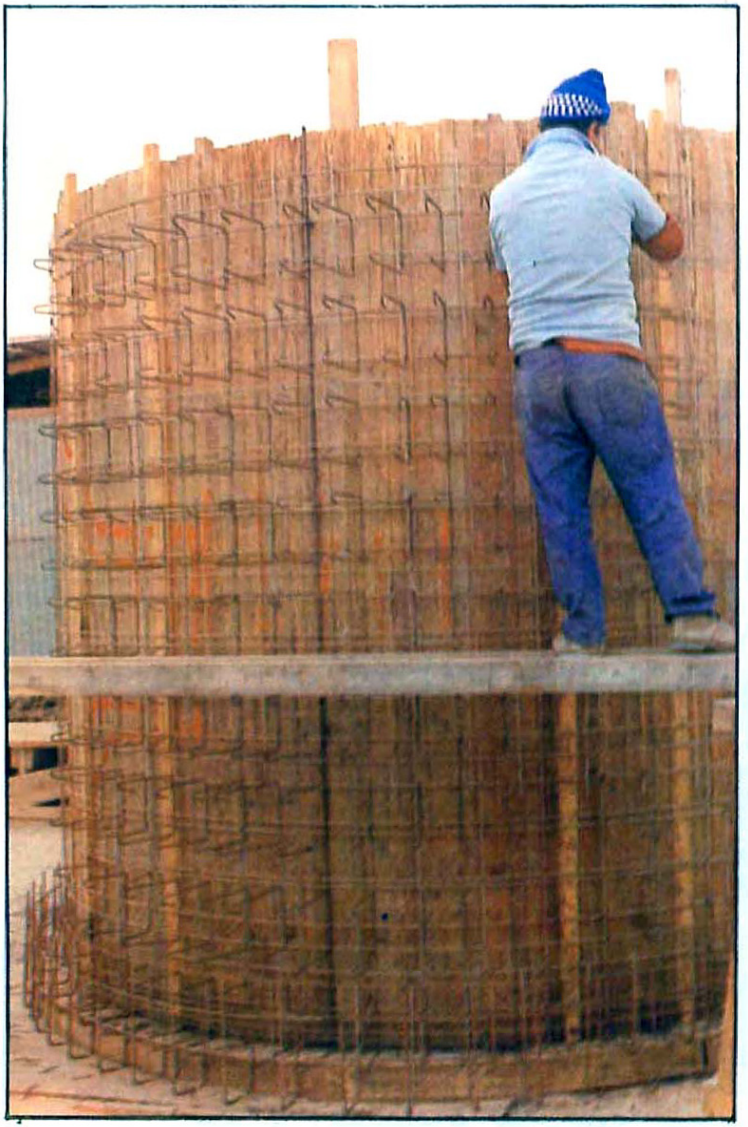


شكل (١٧٨) تشوين الشدات الخشبية المسطحة

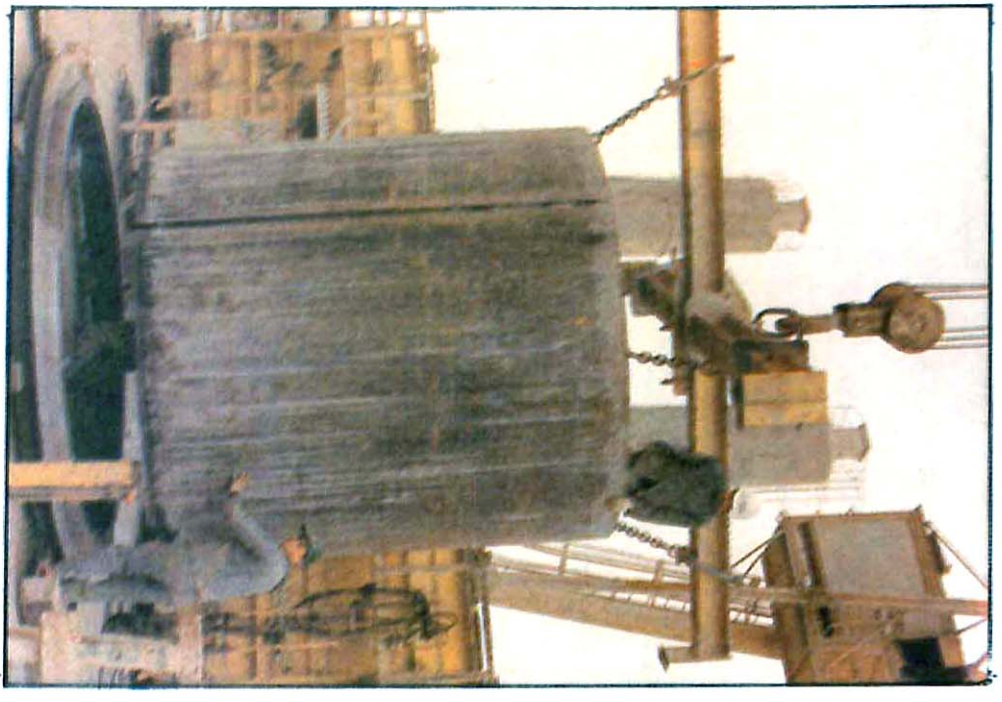
جـ- *الشدات والفرم :*

البلاطات المسطحة استخدمت فيها شدات خشبية وفرم مسطحها الداخلى من الفورمايكا للحصول على إنهاء ناعم Fair face وقد تم تجهيزها داخل ورش النجارة الخاصة بالموقع.

أما المواسير فقد استخدمت لصبها فورمة خاصة حديدية مكونة من جزأين يمكن فصلهما ، جزء داخلى وآخر خارجى، والهيكل الخارجى يثبت به الهزازات ويحتوى على

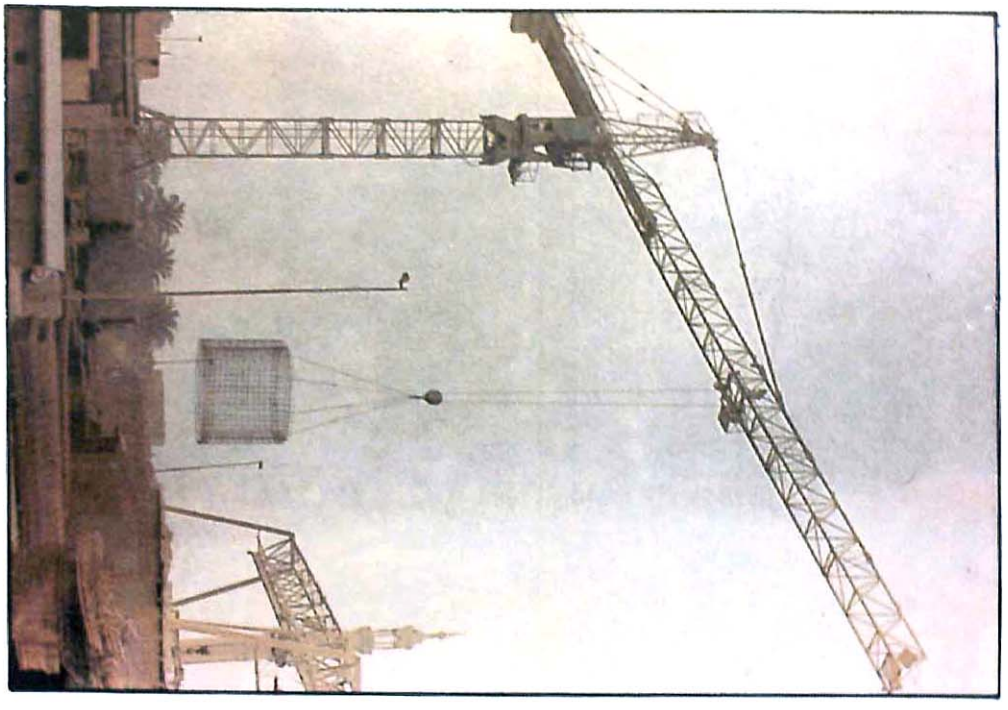


شكل (١٧٩) إعداد تسليح المواسير

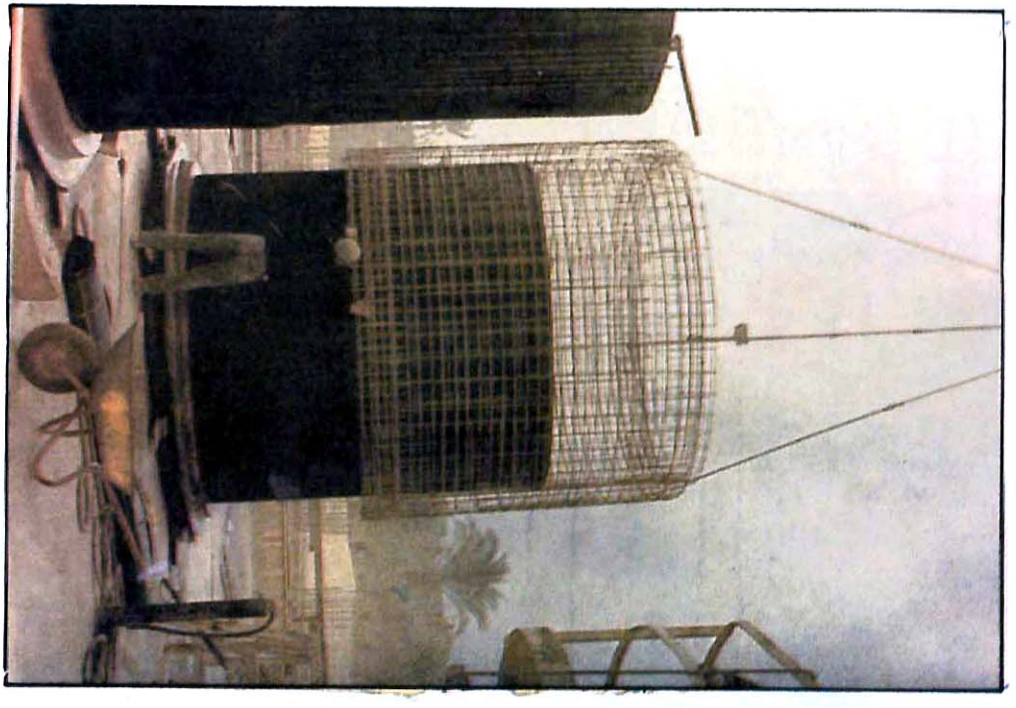


شكل (١٨٠) الجزء الداخلى من فورمة المواسير

شكل (١٨١) الشكل الخارجى للفورمة



شكل (١٨٢) رفع شبكة التسليح بوساطة الونش البرجى بعد إعدادها



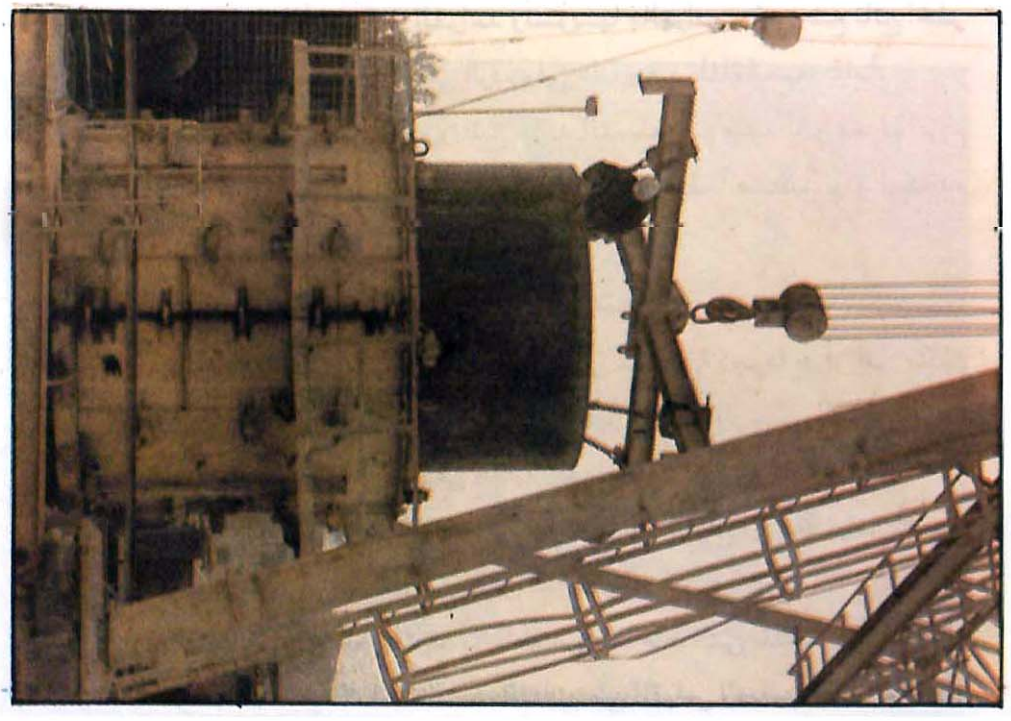
شكل (١٨٣) وضع شبكة التسليح بوساطة الونش البرجى

منصة لمراقبة عملية الصب.

ثانياً : الحفر ووضع المواسير : وتتم على مدى ١٠ كم.

تتم عملية الحفر الأفقية بحفار Excavator بعد تحديد عمق وعرض الخندق حسب قطر الماسورة واستخدامها. وتنقل نواتج الحفر باللوادر التى تتناسب سعتها مع حجم العمل المطلوب. وبعد وضع أجزاء المواسير فى مكانها النهائى بالخندق بوساطة ونش تلسكوبى متحرك تقوم اللوادر بعملية الردم، ويستخدم هراس حديد لضغط التربة ثم يتم الرصف بخطواته المعروفة.

أما حفر البيارات الرأسية فتقوم به ماكينة حفر خاصة تحفر على شكل نفق رأسى. ويتم الحفر تدريجياً مع إنزال الماسورة بالونش العبارى، وبذلك أمكن الاستغناء عن الحوائط الساندة أو القمصان التى تمنع انهيار التربة.



شكل (١٨٤) رفع الفورمة الحديدية الداخلية بعد ٤ ساعات من الصب صيفاً و٦ساعات شتاءً

مثال ٤ : مشروع اسكان ٦٠٠٠ وحدة سكنية لإسكان ضباط الصف -مدينة نصر- ملك القوات المسلحة : شكل (١٨٤ إلى ١٩٣)

الموقع العام :

تقع منطقة عمل المشروع فى الأرض المقابلة لأرض المعارض بمدينة نصر . ويتم تنفيذ المشروع على ثلاث مراحل.

وقد كان تتابع العمل فى المشروع كالتالى :

١- عمليات الحفر والتسوية :

بعد تحديد الموقع بحدايد طبقاً للرسوم التنفيذية تم عمل ميزانية شبكية للموقع ككل، ثم حددت المحاور بالخيوط وضبط مكان القواعد والأعمدة. وقد تم الحفر فى هذا المشروع بطريقتين، باللودر فى حالة الأساسات اللبشة التى يحتاج الأمر فيها إلى حفر مسطحات كبيرة، ويدوياً للقواعد المنفصلة. وقد روعى سند جوانب الحفر بستائر خشبية كما تم دمك الأرض تحت القواعد وتسويتها بالهراس. وقد وضع ناتج الحفر بالقرب من الموقع لإعادة استخدامه فى الردم وفى حالة وجود طفلة استبعد تماماً.

وبعد ضبط الشدات والفرم ووضع حديد التسليح تم صب القواعد ثم الردم بينهما بعد فك الشدات وتسوية الأرض بالبلدوزر لتصبح سطحاً منتظماً. وقد استخدم فى هذه العملية عدد ٤ لوادر و٤ بلدوزرات.

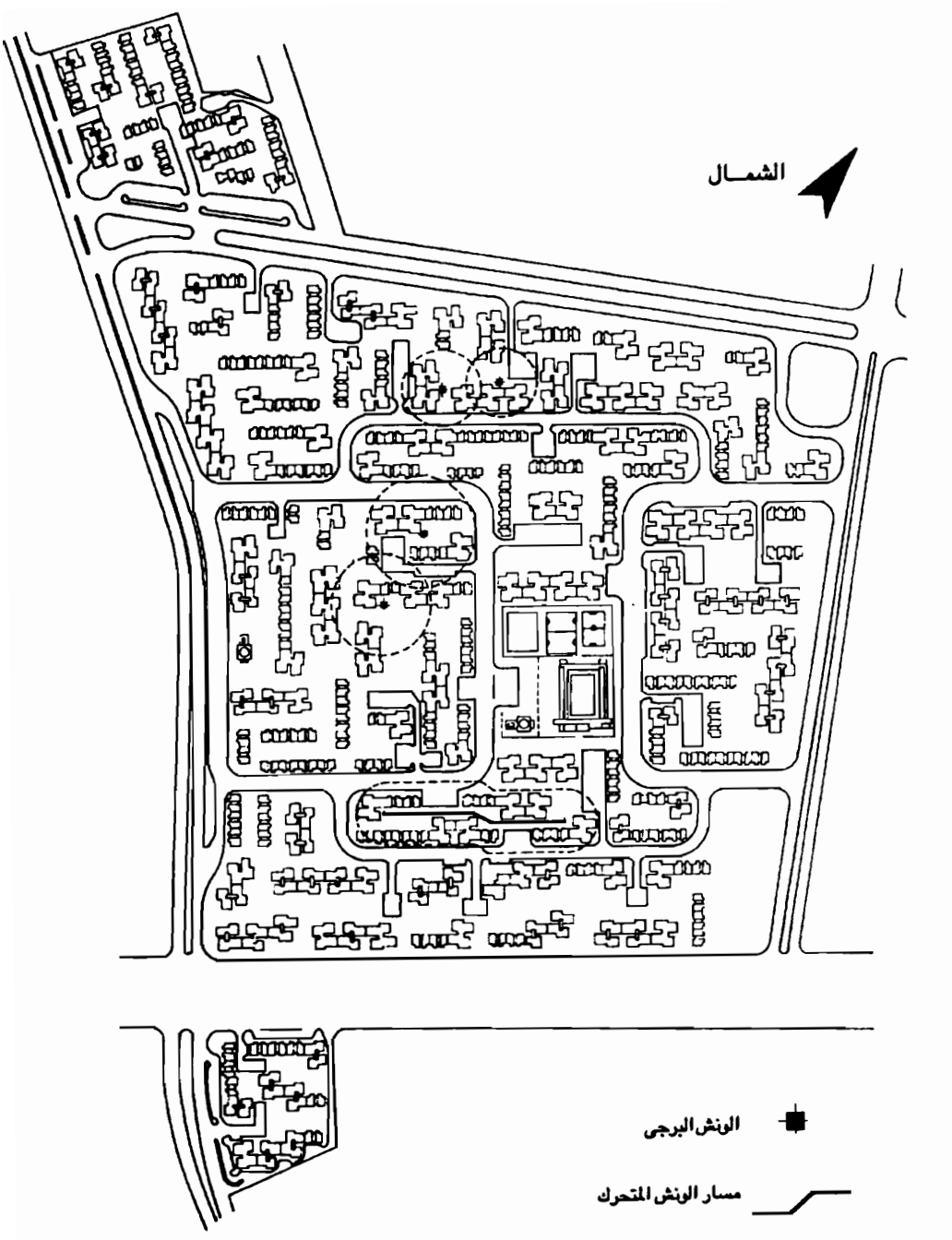
٢- عمليات نقل وتشوين المعدات :

نقلت أسياخ الحديد إلى الموقع فوق مقطورة مسطحة بجرها جرار إلى مكان التشوين الرئيسى فى الموقع الذى أخذ مكاناً متاخماً للمدخل الرئيسى للمشروع. أما داخل الموقع فقد استخدمت الأوناش فى عملية رفعها ونقلها.

أما الأسمنت السائب فقد نقل من مكان إنتاجه إلى الموقع فى مقطورات مصممة لذلك خصيصاً، وتم نقله للصوامع عن طريق الشفط.

وقد نقلت الخرسانة داخل الموقع بوساطة عربات الخلط التى نقلتها سواء جافة أو رطبة إلى مواقع التشغيل، كما استخدمت الدنابر على المقياس الصغير .

وقد استخدم فى عمليات النقل مجموعة كبيرة من اللوارى مختلفة التصميم، ومن الجرارات والمقطورات وكذلك الدنابر.



شكل (١٨٥) الموقع العام للمشروع

٣- أعمال الرفع بالموقع :

ا- فى حالة الأحمال الخفيفة استخدم *الونش البكرة* وهو يتكون من ذراع مثبتة فى سقف الطابق المطلوب النقل إليه، وفى آخر الذراع بكرة تدور حول محور أفقى بها خيط أو جنزير لرفع المواد والتى غالباً ما تكون صلبة.

ب- فى حالة صعوبة وصول الأوناش الكبيرة إلى بعض الأماكن فى الموقع استخدم *الونش المحمل على عربة* وهو يفرد ويثنى ذراعه بوساطة أزرار تحكم، ومثبت فى آخر الذراع بكرة وخطاف للرفع.

جـ- أما *الونش التلسكوبى* الثابت فهو يرفع الأحمال الثقيلة مثل الشدات المعدنية والفرم الطبالى ويستخدم فى حالة وجود المبانى متجاورة فى متناول دائرة تشغيله. ويتم تثبيت برج الونش على قاعدة خرسانية عادية وإذا زاد ارتفاعه عن حد معين يربط بالمبنى. وذلك لمقاومة ضغط الهواء والانبعاج.

د- وقد استخدم *الونش المتحرك على قضبان* فى حالة المبانى الشريطية حيث توضع القضبان فى المسار المطلوب. وهو يتكون من كابينة تحكم سفلية تتحكم فى الحركة الرأسية والأفقية والمحورية. والونش مزود بثلاثة موتورات للحركات الثلاث علاوة على موتور لكل عجلة من عجلاته الأربع تعمل متزامنة ولاتزان الونش وعدم انقلابه يثبت بقاعدته حمل يتناسب طردياً مع ارتفاع الصارى وثقل الحمل المطلوب رفعه.

وترفع الأوناش المواد السائبة بقواديس أو أسطال مختلفة الأحجام والأشكال، أو منصات مسطحة لحمل الأحمال الصلبة مثل الطوب والبلاط إلخ...

وقد استخدم فى المشروع عدد (٢) ونش ثابت برجى، وواحد برجى متحرك على قضبان، وواحد على عربة.

٤- أعمال الخلط وصب الخرسانات :

نظراً لكبر حجم المشروع قد استخدمت ٣ محطات خلط مركزية تخلط الخرسانة جافة حيث يضاف الماء فى العربة، أو رطبة حسب طريقة النقل المقررة.

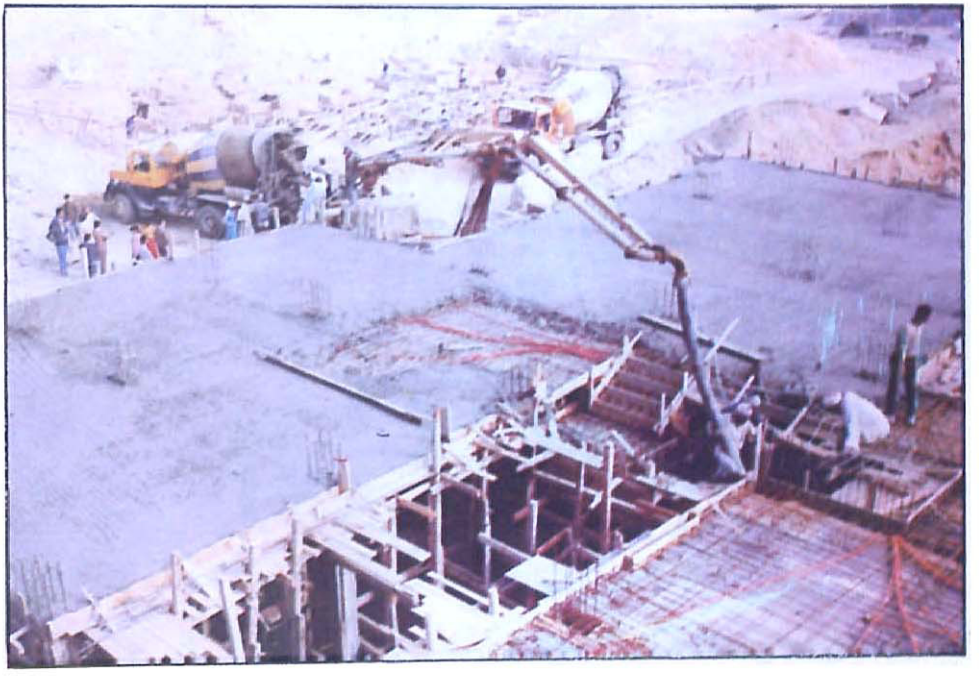
خطوات إعداد الخرسانة الجافة :

يتم التحكم مركزياً من كابينة أعلى الحلة. ويشون الركام تفصله تبعاً للتدرج

شكل (١٨٥) المنظر العام للمشروع

شكل (١٨٦)تثبيت قاعدة الونش البرجى الثابت

شكل (١٨٧) وضع ثقل مناسب على قاعدة الونش المتحرك على قضبان لضمان اتزانه



شكل (١٨٨) صب السقف بالمضخة مع ملاحظة امكانية التحكم فى موضع الصب بالخرطوم

الحبيبى حواجز خشبية، كما يشون الرمل قريباً من المحطة. وعند الخلط يتم نقلها جميعاً بالقادوس إلى بوابات التحكم فى كمية الرمل والزلط وعددها ٦ بوابات، وتستعمل بوابتان لدخول الرمل فى الحلة و٤ بوابات لدخول الزلط حيث النسبة المطلوبة ١:٢ رمل:زلط وبعد خلطها مبدئياً لمدة ٥ دقائق يتم إنزالها إلى عربة الخلط مباشرة حيث وضع الأسمنت السائب بعد تحديد وزنه (٣٠٠ كجم/م^{٣}) من الصومعة مباشرة. ويتم تحميل كل عربة خلط فى حوالى ١٥ دقيقة ثم يضاف إليها الماء. وتتم عملية الخلط أثناء المشوار إلى موقع الصب الذى يستغرق ٢٠ دقيقة.

صب الخرسانات :

استعمل فى صب الخرسانات عربة ضخ الخرسانة Pumpcrete وتعمل بمعدل ٢٥م^{٣}/ساعة. وأسلوب استعمالها كالآتى :

تضخ الخرسانة من العربة بالتدريج على مدى ١٥ دقيقة إلى قمع المضخة المغطى بشبكة يتم تنظيفها أولاً بأول من بقايا الخرسانة المتصلدة. وبعد تثبيت عربة الضخ بأذرع فى الأرض ترفع ماسورة الصب إلى المنسوب المطلوب، ويتم الضخ بالضغط الهيدروليكى. ويبلغ طول ماسورة الصب ٣٢ متراً وتنثنى على ثلاثة أجزاء، ويتم التحكم فيها من داخل العربة أو من تابلوه منفصل. وتنتهى ماسورة أو ذراع المضخة بخرطوم طويل من الكاوتش الذى يسهل عملية التحكم فى موضع صب الخرسانة. ويتم تزويد المضخة بالخرسانة المخلوطة من العربات التى تأتى على التتابع. ويعمل على مضخة العربة إثنان من العمال أحدهما لحركة الذراع والآخر لتوجيه الخرطوم. واستخدمت الهزازات الكهربائية لدمك الخرسانة.

وقد احتاجت هذه العملية إلى خمس عربات خلط، و٣ عربات لضخ الخرسانة.

أنواع الشدات والفرم المستخدمة فى الموقع :-

استخدمت الشدات والسقالات المعدنية ذات المتانة الأكبر والعمر الافتراضى الأطول وسهولة الفك والتركيب، وكذلك استخدمت الشدات الخشبية المعتادة على نطاق أضيق.

ونظراً لأن الأسقف بلاطات مستوية Flat slab فقد استخدمت الشدات الطبالى فى صبها. وتأتى تلك الشدات ذات الأبعاد الموحدة على أجزاء من الشركة المصنعة،

ويتم تركيبها فى الموقع نفسه ثم ترفع إلى مكانها. وتبدأ العملية بأن يرفع الونش شدات الأعمدة إلى موضعها، وبعد الضبط والتثبيت يتم الصب ثم تعاد الشدات إلى الأرض بعد مرور زمن الشك الابتدائى لخرسانة الأعمدة. بعد ذلك يرفع الونش الفرم الطبلية إلى مكانها لصب البلاطات، وهى تستخدم فى البحور المتماثلة، أما المسافات المتباينة فتركب لها فورمة عادية.

وبعد الصب والشك تدفع الطبلية التى تتحرك على عجل من الخلف حتى يلتقطها خطاف الونش لرفعها.

٥- أعمال البناء والتشبيطات :

نظراً لضخامة المشروع فقد تم تصنيع بعض العناصر ذاتياً فى الموقع حيث يوفر ذلك مبالغ طائلة. وأهم العناصر المصنعة هى البلاط الأسمنتى والطوب الأسمنتى.

فبالنسبة للبلاط الأسمنتى، كان يتم انتاج حوالى ٣م٣ بلاط فى الساعة. وتتلخص طريقة تصنيعه فى الآتى :

يتم وضع مكونات البلاط فى صندوق حديدى ذى أبعاد قياسية ٢٠×٢٠ سم على طبقات: عجينة كسر حجارة ثم رمل ومونة أسمنتية ثم تكبس الطبقات الثلاث بالماكينة.

أما الطوب الأسمنتى فبعد تصنيعه يرص حتى يجف، ثم ينقل إلى مكان العمل بمقطورة فيرص الطوب عليها حتى ٥ مداميك ويجرها جرار.

وبالنسبة لعمليات الإنهاء وبناء الحوائط تكون الحاجة إلى خلطات مونة أو خرسانة خفيفة أو ذات مواصفات خاصة يستخدم فى عملها خلاطات صغيرة ذات حلة متحركة على محور أفقى وريشات داخلية ثابتة، ويطلق عليها خلاطات نحلة، وتبلغ طاقتها ٠,٥ م٣/دفعة. ويتكون من الحلة السابق ذكرها وخزان مياه مثبت أعلاها يستقبل الماء من ماسورة رأسية، وأخيراً من قادوس مقسم بحاجز رأسى لوضع الرمل والزلط. ويوضع هذا النوع من الخلاطات على طبلية خشبية أفقية.

ولإتمام العمليات السابق ذكرها تم استخدام ماكينة صنع بلاط وماكينة صنع طوب أسمنتى و٥ خلاطات نحلة للمون والخرسانات المخصوصة، كما زود الموقع بورشة نجارة لتصنيع الشدات وورشة لصيانة المعدات وأربعة مولدات كهرباء، كما أخذ فرع من ماسورة المياه العمومية للتغذية .

شكل (١٨٩) الفرم الطبليه عند استخدامها .

شكل (١٩٠)السقالات المعدنية المستخدمة

شكل (١٩١)تشوين الأخشاب مغطاة

شكل (١٩٢) الخلاط النحلة ويلاحظ ماسورة الماء المغذية لحلة الخلاط.

مثال ٥ مشروع ١٠٠٠٠ وحدة سكنية بكورنيش النيل بالمعادى- القاهرة شكل (١٩٤ إلى ١٩٧)

الاستشارى : ا.د. يوسف شفيق

يمثل المشروع تخطيطاً وتصميماً لمنطقة سكنية بخدماتها فى موقع كبير مفتوح ولأسباب اقتصادية جمعت الوحدات السكنية فى أبراج ضخمة مع ترك المسطحات الخضراء اللازمة. ويتكون الإسكان من النماذج التالية .

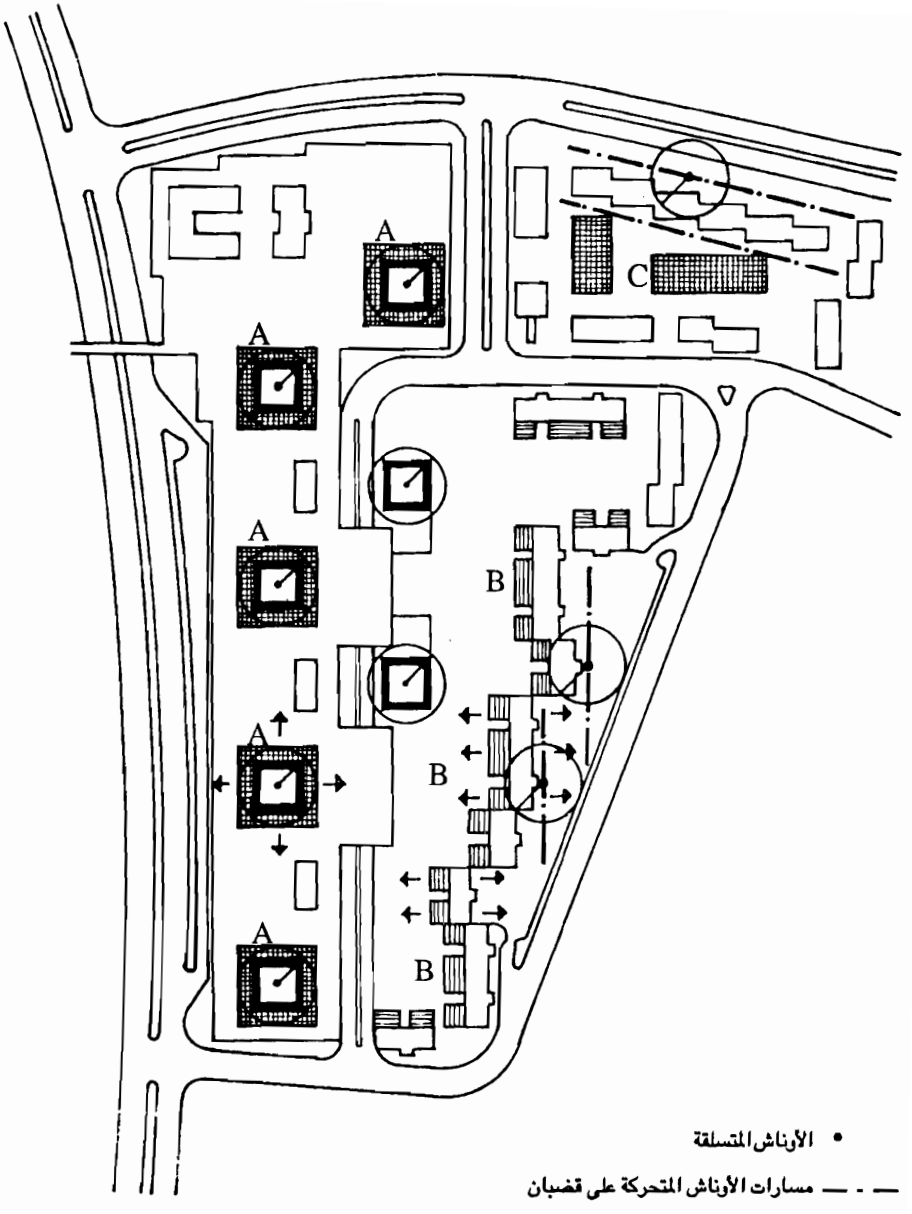
- نموذج A إسكان فاخر.
- نموذج B إسكان لوكس.
- نموذج C إسكان متوسط.
- ڤيللات

أما الخدمات فتشمل فندقاً ومكاتب وبنكاً وكافيتريات ومطاعم ومركزاً تجارياً ومناطق مفتوحة، وخدمات عامة، ومسجداً وجراچات وسينما.

وقد تم توجيه المبانى وتصميم الوحدات السكنية بحيث ترى النيل ما أمكن.

وقد أثرت طرق الإنشاء المستخدمة وميكنة أعمال التشييد على تخطيط الموقع العام حيث تمت بعض التعديلات للوصول إلى توزيع ملائم لأماكن التخزين والتشوين تمكن من الاستغلال الأمثل للمعدات التى تحتاج إلى فراغات معينة للقيام بأعمال المناورة لمختلف الأغراض، مع احترام المحددات المتعلقة بالشدات والنظام الإنشائى المستخدم، بحيث لا تخل أى أعمال إنشائية لمبنى فى الموقع بتنفيذ باقى المبانى. وقد أدى وجود مسطحات خضراء كثيرة فى التصميم إلى إمكانية استغلالها لأعمال تشوين المواد والمعدات وعمليات الخلط وتصنيع بعض العناصر سابقة الصب.

واستخدمت فى النماذج A أوناش متسلقة تثبت فى النواة المركزية لكل برج، وقد أتاح وجود مسافات مناسبة بينها حرية المناورة للونش، واستخدمت الشدات الطبلية فى صب الأسقف. أما فى النماذج الأخرى فقد استخدمت الشدات النفقية المنزلقة واستخدمت أوناش برجية متحركة على قضبان فى عمليات الرفع والنقل. ومع الارتفاعات الضخمة للمبانى روعى قرب الأوناش من المبانى لإمكانية دعمها وربطها بالمبنى بشدادات بعد تجاوزها الارتفاع المسموح به حسب مواصفاتها بالنسبة للارتكاز وطول الذراع والحمولة.



شكل (١٩٣) مشروع ١٠,٠٠٠ وحدة سكنية بكورنيش النيل بالمعادى – الموقع العام للمشروع

وقد نفذت الفتحات فى الحوائط بمواصفات خاصة أثناء الصب، وروعى عدم وجود أية عوائق أو عناصر إنشائية تعوق فك أو تركيب أو انزلاق الشدات المستخدمة. وبالنسبة للتوصيلات الكهربائية فقد تم تحديدها أثناء رص الحديد وإعداده فوق الفرم بحيث يمكن التعامل مع مخارجها مباشرة والتى تظهر من علب فى الجدران والأسقف. وقد تم الحصول على أسطح ناعمة للأسقف والحوائط والأرضيات بحيث يمكن دهان الحوائط مباشرة ولصق الموكيت مباشرة على الأرضيات.

شكل (١٩٥)الونش البرجى المسنود

شكل (١٩٦) تثبيت الونش بالمشدات إلى المبنى من الخارج

شكل (١٩٧)التثبيت الداخلى فى الأعمدة

المراجع

أولاً : المراجع الأجنبية :

1- Alev, S.S. ; Zolotmitsky N.D. ; Bondorik V.A ; Gromov I.N, Orchinmi;ov E.V.; Tamborich A.I; Construction Technology - Translated from Russian by I.V. Saurin Mir Publishers Moscow 1985.

2- Bowyer Jack; Construction Technology 3; Newnes. Butterworths - Technicisn series - London 1980

3- Chudley, R.; Construction Technology volume 3; Longman Construction series, London & Newyork 1977.

4- Chudley,R.; Construction Technology volume4; ELBS Longman, 6th. impression Singapore 1985.

5- Farrow,N.S & Eden J. F; Recent Research into the use of Mechanical Aids for Building - paper presented to the Building Research Congress 1981.

6- Galperin M., Dombrovsky N., Mir Publishers, Moscow 1982.

7- Harris, Frank; Construction Plant; Granada Publishing London, Toronto, Sydney, Newyork 1981.

8- Waddell, Joseph J.; Concrete Construction Handbook; second Edition, McGrow-Hill book Company

ثانياً : المراجع العربية :

١- مهندس سامي بدرالدين سراج الدين- أثر طرق الإنشاء الآلية علي التصميم المعماري - رسالة ماجستير- جامعة القاهرة ١٩٨٥.

٢- مهندس عبد اللطيف أبو العطا البقري- الموسوعة الهندسية لإنشاء المباني والمرافق العامة- الطبعة الثانية القاهرة ١٩٨٢.

٣- الدكتور محمد محمود عويضة - التكنولوجيا الحديثة في البناء - دار النهضة العربية للطباعة والنشر، بيروت ١٩٨٤.

ثالثاً : النشرات والمجلات :

1- Lift Slab Construction - British lift slab limited, United Kingdom.

2- A manual of the In Type of retriculated flat slab using recoverable moulds, Madrid, Barcelona, Valencia.

3- Technical Data, Hydraulic Excavator and Loader, O & K Orenstein & Kopper Aktiengesellachaft, Berlin.

4- Mills service. All purpose fast-assembly Scaffolding, France.

٥- طريقة تصنيع المساكن، أوتينور.

٦- عالم البناء - عدد ١١ يونيو ١٩٨١

٧- عالم البناء - عدد ١٢ يوليو ١٩٨١

رابعاً : زيارات ميدانية لمواقع المشروعات قام بها طلبة السنة الثالثة قسم التخطيط العمراني بكلية هندسة عين شمس، ١٩٨٧-١٩٨٨ تحت اشراف وتوجيه المؤلفة.